

SISTEMA INFORMÁTICO PARA GESTÃO DE OPERAÇÕES DE PROTEÇÃO CIVIL

Aplicações móveis de apoio à gestão

CLÁUDIO MIGUEL HORTELÃO DE OLIVERIA SARAMAGAIO

Provas para a obtenção do grau de Mestre em Riscos e Proteção Civil

novembro de 2019

VERSÃO DEFINITIVA

ISEC LISBOA - INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS
Escola de Tecnologias e Engenharia

Provas para a obtenção do grau de Mestre em Riscos e Proteção Civil

SISTEMA INFORMÁTICO PARA GESTÃO DE OPERAÇÕES DE PROTEÇÃO CIVIL
Aplicações móveis de apoio à gestão

Autor: Cláudio Miguel Hortelão de Oliveira Saramagaio

Orientadora: Prof.^a Doutora Ana Paula Oliveira

Coorientador: Mestre Luís Correia

novembro de 2019

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho contou-se com a colaboração de várias pessoas, às quais agradeço publicamente.

Agradeço à Professora Doutora Ana Paula Oliveira e ao Mestre Luís Correia enquanto orientadora e coorientador desta investigação, respetivamente, pela partilha de conhecimentos, suporte científico, interesse, motivação, disponibilidade e pelo apoio que dispensaram ao longo deste período de tempo.

Agradeço às corporações de bombeiros, por terem colaborado com a realização deste trabalho.

A todos os meus colegas de Mestrado, agradeço pelo espírito de partilha e pela amizade desenvolvida.

Agradeço à minha família, pelo apoio, incentivo e compreensão que sempre manifestaram.

À minha namorada agradeço pela paciência e compreensão por nem sempre estar disponível, mas também pelo apoio e incentivo.

Aos amigos, e colegas dos Bombeiros Voluntários de Vendas Novas, instituição onde presto serviço há mais de 10 anos, agradeço pelo apoio e pelo incentivo.

A todos, Obrigado!

RESUMO

Nos últimos anos tem-se assistido a inúmeros incêndios rurais com dimensões cada vez maiores. Devido às alterações climáticas, é também cada vez mais frequente a ocorrência de eventos meteorológicos extremos, com dimensões nunca antes vistas, em território nacional. Em resposta a essas situações, observam-se Teatros de Operações (TO) cada vez maiores, tanto pelo número de operacionais que mobilizam como pelos diferentes Agentes de Proteção Civil envolvidos. Ademais, o sistema de Proteção Civil tem revelado algumas fragilidades nas tecnologias de comunicação envolvidas na resposta a grandes ocorrências.

De forma a colmatar esta necessidade, este trabalho propõe a criação de uma aplicação móvel para apoio na resposta a operações de Proteção Civil. Para validar a viabilidade da proposta é realizado um inquérito *online* dirigido a bombeiros no ativo, e posterior análise do mesmo, de forma a compreender as necessidades por parte dos operacionais. O trabalho inclui também o desenvolvimento de um protótipo da aplicação que conta com algumas funcionalidades de recolha e envio de informação relativa às ocorrências. Este é posteriormente testado por bombeiros. Após o teste, os bombeiros são chamados a responder a um questionário de avaliação de usabilidade e aplicabilidade a situações reais.

A avaliação do protótipo, em relação à satisfação dos utilizadores com a sua usabilidade e potencialidade, é positiva. Comparativamente a outras soluções tecnológicas oriundas de diferentes instituições, as quais se dirigem exclusivamente ao comando, o protótipo é dirigido também à manobra, ou seja, aos operacionais no TO. Permite ainda a poupança de tempo e a redução da carga de trabalho para os operadores do CDOS, caso se verifique algum tipo de integração com os sistemas já existentes. Urge, pois, o desenvolvimento de uma solução global que possa dar resposta uniforme a todo o país e que integre com os sistemas já existentes pertencentes à Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil.

Palavras-chave:

Proteção Civil, Bombeiros, Comunicações, Gestão de Operações, Proteção e Socorro, Tecnologia, Computação Móvel.

ABSTRACT

In the last year we are facing countless wild fires with increasingly dimensions. Due the climate changes we are suffering the extreme meteorological events more frequently, with dimensions we had never seen before in Portugal. In response to all these situations it is possible to watch bigger operation areas according to the number of operational people and involved civil protection agents. In addition, the Portuguese's civil protection system has been disclosing weaknesses in the communication technologies used in the response to big civil protection operations.

In order to fit the need this work aims to create a mobile application to support the response to civil protection operations. To check the feasibility of this proposal a set of firefighters answer to an online inquiry, and its result are analyzed in order to understand the needs from operational people. The work includes the application prototype development too. This prototype has some features for gathering and sending information related to the events. Afterwards, the prototype is tested by firefighter, who are called to answer another survey, in order evaluate its usability and applicability to real scenarios.

Prototype assessment about the user's satisfaction regarding to usability and potentiality was good. Comparing to another IT solutions from various organizations, which are exclusively targeted to the command and control level, this prototype is targeted to the maneuver too (i.e. the firefighters). It also allows time saving and workload reduction to telecom operators, in case of being implemented any integration with the existing systems. Therefore, it's urgent to develop a global solution being able of giving uniform response across all the country and which integrates with existing systems from Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil.

Keywords:

Civil Protection, Firefighter, Communications, Operation Management, Help and Rescue, Technology, Ubiquitous Computing.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABELAS.....	XIX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XXI
1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1 ÂMBITO.....	3
1.2 MOTIVAÇÕES.....	3
1.3 PROBLEMÁTICA.....	4
1.4 OBJETIVOS	7
1.5 CONTRIBUIÇÕES	8
1.6 METODOLOGIA	8
1.7 ESTRUTURA	9
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	13
2.1 GESTÃO OPERACIONAL EM PORTUGAL	13
2.1.1 Encaminhamento do socorro.....	14
2.1.2 Sistema integrado de operações de proteção e socorro.....	17
2.1.3 Sistema de gestão de operações	19
2.2 SISTEMAS INFORMÁTICOS NO ÂMBITO DA PROTEÇÃO CIVIL.....	21
2.2.1 Sistema integrado de atendimento e despacho de emergência médica	21
2.2.2 Sistema de apoio à decisão operacional.....	25
2.2.3 SIREP-GL.....	26
2.2.4 MacFire	27
2.2.5 Sistema de informação geográfica de apoio à adaptação às alterações climáticas e gestão de operações.....	28
2.2.6 Outras referências a nível internacional.....	28
2.3 APLICAÇÕES MÓVEIS	31
2.3.1 Evolução	31

2.3.2 Desenvolvimento	32
2.3.3 SDKs e frameworks	34
3. ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO	41
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	41
3.2 OBJETIVOS DO ESTUDO	41
3.3 METODOLOGIA DO ESTUDO	42
3.4 RESULTADOS DO ESTUDO	42
3.4.1 Caracterização e distribuição da amostra	42
3.4.2 Eficácia e satisfação dos fluxos de informação versus Necessidade de inovação	45
3.4.3 Análise de valências e experiência dos inquiridos	49
3.4.4 Uso dos dispositivos móveis ao serviço das OPS.....	52
3.4.5 Análise de soluções.....	54
3.5 CONCLUSÕES DO ESTUDO	57
4. REQUISITOS PARA A APLICAÇÃO.....	59
4.1 ENQUADRAMENTO	59
4.2 REQUISITOS FUNCIONAIS	61
4.2.1 Identificar, configurar e autenticar a aplicação	61
4.2.2 Aceder à ocorrência	62
4.2.3 Confirmar acesso à ocorrência	62
4.2.4 Quadro resumo da ocorrência.....	63
4.2.5 Menu de ocorrência.....	64
4.2.6 Página principal da ocorrência	65
4.2.7 Página de gestão de pontos de situação	66
4.2.8 Página de gestão de meios.....	67
4.2.9 Orientações para a ocorrência	68
4.2.10 Chegada da equipa ao TO	69
4.2.11 Enviar ponto de situação	70
4.2.12 Atualizar estado.....	78
4.2.13 Mapa	79
4.2.14 Visualizar POSIT	80
4.2.15 Visualizar dados dos recursos.....	81
4.3 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	82
5. DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO.....	85

5.1 DESENHO DO SISTEMA	85
5.2 SERVIDOR	86
5.2.1 <i>Google Cloud Platform</i>	86
5.2.2 <i>Apache Tomcat Server</i>	87
5.2.3 <i>Decisões acerca do servidor</i>	88
5.3 APLICAÇÃO WEB E BASE DE DADOS	89
5.3.1 <i>Base de dados</i>	90
5.3.2 <i>Aplicação web</i>	93
5.3.3 <i>REST</i>	95
5.4 MIDDLEWARE	97
5.5 APLICAÇÃO MÓVEL.....	101
6. TESTES	105
6.1 PREPARAÇÃO	105
6.2 DESCRIÇÃO DOS CASOS DE TESTE	106
6.3 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO.....	107
6.4 RESULTADOS	109
7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
7.1 CONCLUSÕES.....	117
7.2 TRABALHO FUTURO.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
ANEXO I – INQUÉRITO DO ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO	131
ANEXO II – GUIAS DE COMANDO	139
ANEXO III – MODELO ENTIDADE-RELAÇÃO (BASE DE DADOS).....	143
ANEXO IV - GUIAS DE TESTES	145
ANEXO V – INQUÉRITO DE AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de fluxo de dados de pedido de socorro e acionamento de meios.....	16
Figura 2: Fluxograma de acionamento de meios.	17
Figura 3: Camadas de aplicações móveis híbridas. Fonte: https://uxplanet.org/react-native-vs-cordova-phonegap-ionic-etc-2f85d9651605	36
Figura 4: Número de bombeiros que responderam ao inquérito, distribuídos por categoria (A) e por categorias agrupadas (B).	43
Figura 5: Dispersão geográfica das respostas ao questionário.	44
Figura 6: Eficácia e satisfação em relação funcionamento dos fluxos de informação.....	46
Figura 7: Obstáculos à recolha de dados e passagem clara e eficaz de informação.	49
Figura 8: Bombeiros que assumiram funções de COS (ao centro); dos que assumiram essas funções, quais possuem formação (à esquerda); dos que assumiram essas funções, quais têm formação e/ou treino a operar rádios (à direita).	50
Figura 9: Classificação da experiência individual em atividades de reconhecimento e envio de informações através de rádio de bombeiros que já assumiram a função de COS.	51
Figura 10: Grau de experiência e facilidade de utilização de rádios da ROB (azul) e rede SIRESP (laranja) por bombeiros que assumiram as funções de COS.....	51
Figura 11: Grau de experiência no uso de dispositivos móveis.	53
Figura 12: Opinião sobre o facto de ser ou não vantajoso o uso de dispositivos móveis para registo e envio de dados acerca de operações proteção e socorro, segundo a amostra total (A); e o grupo de inquiridos que já assumira COS e têm formação e/ou treino adequado (B).....	53
Figura 13: Vantagens do uso de dispositivos móveis para registo e transmissão de dados relativos a operações de proteção e socorro.	54
Figura 14: Possíveis soluções para ultrapassar problemas relacionados com a gestão e as comunicações em operações de proteção e socorro	55
Figura 15: Opinião sobre uso de aplicações dedicadas para registo de informações sobre operações de proteção e socorro. Opinião de todos os inquiridos (A), e do grupo restrito de inquiridos que já assumiram COS e têm formação e/ou treino adequado (B).	56

Figura 16: Opinião sobre o uso de aplicações dedicadas para tarefas de comando e gestão de operações de proteção e socorro. Opinião de todos os inquiridos (A), e do grupo restrito de inquiridos que já assumiram COS e têm formação e/ou treino adequado (B). .	56
Figura 17: Página inicial da aplicação, na versão (A) final e na versão (B) protótipo.	62
Figura 18: Caixa de diálogo de confirmação de acesso à ocorrência.....	63
Figura 19: Quadro resumo da ocorrência.	64
Figura 20: Menu de ocorrência. À esquerda destaca a página principal da ocorrência com a etiqueta “Início”. Ao centro destaca o acesso à página de gestão de pontos de situação, e à direita destaca o acesso à página de gestão de meios.....	64
Figura 21: Página principal da ocorrência.	66
Figura 22: Listagem de Pontos de Situação.....	67
Figura 23: Listagem de recursos.	68
Figura 24: Orientações para o local da ocorrência.....	69
Figura 25: Atualização do Estado da equipa.	79
Figura 26: Funcionalidade de Mapa da aplicação.	80
Figura 27: Detalhes de um Ponto de Situação.	81
Figura 28: Dados de uma Equipa.	82
Figura 29: Diagrama físico de componentes do sistema.....	86
Figura 30: Modelo de dados.....	91
Figura 31: Diagrama de camadas da aplicação Fire Smart Server.	95
Figura 32: Diagrama de interação - acesso aos dados via REST.....	96
Figura 33: Diagrama de padrão Pub/Sub aplicado ao <i>middleware</i>	98
Figura 34: Diagrama de fluxo de pedidos e respostas em aplicações.....	100
Figura 35: Vantagens e desvantagens das aplicações Nativas e <i>Web</i> vs Vantagens das aplicações Híbridas.	102
Figura 36: Página de entrada do guia de teste.....	106
Figura 37: Classificação da aplicação relativamente à simplicidade e satisfação do utilizador. A vermelho são apresentadas as respostas negativas (<i>detractors</i>), a amarelo as consideradas neutras ou passivas, e a verde as respostas positivas (<i>promoters</i>).	110

Figura 38: NPS para avaliação de usabilidade: Cálculo do NPS, e comparação de resultados agrupados (A); Visualização gráfica do NPS comparativamente à variação de valores que este pode obter (B).....	111
Figura 39: Escolha do método de comunicações e envio de informações em ocorrências de proteção e socorro.	112
Figura 40: Guia de Comando para Acidentes. Fonte: http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/Instrumentos/Guia%20de%20Comando%20Acidentes.pdf	139
Figura 41: Guia de Comando para Incêndios Florestais. Fonte: http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/Instrumentos/Guia%20de%20Comando%20Inc%C3%AAndio%20Florestal.pdf	140
Figura 42: Guia de Comando para Incêndios Estruturais. Fonte: http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/Instrumentos/Guia%20de%20Comando%20Inc%C3%AAndios%20Estruturais.pdf	141
Figura 43: Guia de Comando para Acidentes com Matérias Perigosas. Fonte: http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/Instrumentos/Guia%20de%20Comando%20Materias%20Perigosas.pdf	142
Figura 44: Modelo Entidade-Relação da Base de Dados.....	143

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Bombeiros recenseados em Portugal. Fonte: (ANEPC, 2018).	42
Tabela 2: Mapeamento formulários de dados por classificação de ocorrência.	70
Tabela 3: Organização de formulário de dados de acidentes.	71
Tabela 4: Organização de formulário de dados de incêndios florestais.	73
Tabela 5: Organização de formulários de dados de incêndios estruturais.	74
Tabela 6: Organização de formulários de dados de acidentes com matérias perigosas.	76
Tabela 7: Descrição das entidades do modelo de dados.	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEPC - Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil

API - *Application Programming Interface*

APC - Agentes de Proteção Civil

CB - Corpos de Bombeiros

CIM - Comunidade Intermunicipal

CIMAC - Comunidade Intermunicipal do Alentejo Central

CCO - Centros de Coordenação Operacional

CCOD - Centro de Coordenação Operacional Distrital

CCON - Centro de Coordenação Operacional Nacional

CDOS - Comando Distrital de Operações de Socorro

CNEPC - Comando Nacional de Emergência e Proteção Civil

CNPC - Comissão Nacional de Proteção Civil

CODIS - Comandante Operacional Distrital

CODU - Centro de Orientação de Doentes Urgentes

CONAC - Comandante Operacional Nacional da Proteção Civil

COS - Comandante de Operações de Socorro

DECIF - Dispositivo Especial de Combate Incêndios Florestais

DECIR - Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais

DIOPS - Dispositivo Integrado das Operações de Proteção e Socorro

DON - Diretiva Operacional Nacional

ECIN - Equipa de Combate a Incêndios

FA - Forças Armadas

FEPC - Força Especial de Proteção Civil

GIS - *Geographic Information System*

GPS - *Global Positioning System*

GNR - Guarda Nacional Republicana

ICARE - *Integrated Clinical Ambulance Record*

IDE - *Integrated Development Environment*

INEM - Instituto Nacional de Emergência Médica
NFIRS - *National Fire Incident Reporting System*
NPS - *Net Promoter Score*
OPS - Operação de Proteção e Socorro
PCO - Posto de Comando Operacional
POSIT - Ponto de Situação
ROB - Rede Operacional dos Bombeiros
SADO - Sistema de Apoio à Decisão Operacional
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SDK - *Software Development Kit*
SGO - Sistema de Gestão de Operações
SIADEM - Sistema Integrado de Atendimento e Despacho de Emergência Médica
SIOPS - Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro
SIRESP - Sistema de Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal
TO - Teatro de Operações
UE - União Europeia
VFCI - Veículo Florestal de Combate a Incêndios
VMER - Viatura Médica de Emergência e Reanimação
VSAT - Veículo de Socorro e Assistência Tático
VUCI - Veículo Urbano de Combate a Incêndios

PARTE I – Introdução e Estado de arte

*“No meio da dificuldade
encontra-se a oportunidade”*

Einstein, A.

1. Introdução

1.1 Âmbito

Este trabalho desenvolve-se no âmbito da dissertação de Mestrado em Riscos e Proteção Civil do Instituto Superior de Educação e Ciências (ISEC Lisboa). Tomando a premissa “*a tecnologia tornou a nossa vida mais fácil*” (McArthur, 2016), pretende-se aplicar o conceito na área da Proteção Civil. Assim, após uma análise das fragilidades existentes ao nível das telecomunicações no sistema de Proteção Civil português desenvolveu-se um protótipo de uma aplicação para *smartphone* que tenta preencher algumas dessas lacunas.

1.2 Motivações

As novas tecnologias têm um papel cada vez mais importante no nosso dia a dia. Inúmeros problemas do quotidiano são solucionados com recurso a aplicações informáticas, que, além de reduzirem o esforço da sua execução, diminuem os riscos de erro associados às mesmas. Assim, pretende-se fazer uso destas tecnologias por forma a combater alguns dos problemas relacionados com os fluxos de informação em operações de proteção de socorro.

O uso da tecnologia ao serviço da Proteção Civil é já uma realidade, no entanto, ainda há um longo caminho a percorrer. A criação do Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal (SIRESP), e de algumas aplicações como o SIRESP GL, que permite ver a localização dos meios de socorro, ou o Sistema de Apoio à Decisão Operacional (SADO), que permite o acompanhamento e gestão por parte dos órgãos de gestão e decisão em operações de proteção e socorro, são exemplos de plataformas informáticas que apoiam as operações. No entanto, existem ainda lacunas e pontos a melhorar, pelo que ainda há um longo caminho a percorrer.

Por outro lado, tendo em conta a grande evolução dos *smartphones* e *tablets* nas últimas duas décadas, bem como a versatilidade desses dispositivos, é possível aplicá-los

ao serviço da Proteção Civil, nas mais variadas tarefas. Existem já exemplos de aplicações móveis ao serviço de Agentes de Proteção Civil (APC) em Portugal, como é o caso do *Integrated Clinical Ambulance Record* (ICARE), aplicação utilizada pelas equipas do Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM). Contudo, acredita-se que esta digitalização de informação e simplificação de processos pode ser estendida a outros APC.

Hoje em dia é relativamente fácil, e rápido, criar protótipos de alta fidelidade de aplicações para os dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*). Isto diminui o custo de desenvolvimento desses protótipos, que são basicamente aplicações, com algumas das funcionalidades finais pretendidas, prontas a executar. Assim, torna-se exequível a criação de uma aplicação móvel como proposta a algumas das lacunas na comunicação no sistema de Proteção Civil português. Aplicação essa que deve ser testada pelo público alvo, de modo a avaliar a sua aplicabilidade no contexto em que se insere.

1.3 Problemática

Face à dimensão da problemática dos Incêndios Rurais nos últimos anos, bem como ao aumento do número de eventos de Proteção Civil de dimensão e natureza invulgar em território nacional (e.g., passagem de tempestades tropicais) que, consequentemente, levaram ao estabelecimento de Teatros de Operações (TO) com um número cada vez maior de operacionais, e mais diversificado no que respeita aos APC envolvidos, é necessário criar instrumentos que ajudem na gestão destes eventos. Contudo, para um bom desempenho e eficácia no trabalho a realizar, é necessário que todos os APC, quer sejam Corpos de Bombeiros (CB), Guarda Nacional Republicana (GNR), Forças Armadas (FA), elementos da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC), entre outros, estejam coordenados e trabalhem em conjunto para o mesmo fim.

Um dos problemas na gestão de uma operação de proteção e socorro (OPS) prende-se com a perda de informação, seja ou não derivada de falhas nas infraestruturas de comunicação. Muitas vezes perde-se parte da informação recolhida durante as comunicações entre os operacionais no TO e os Comandos Distritais de Operações de Socorro (CDOS) devido à impossibilidade de as realizar, em consequência das faltas

provocadas nos sistemas de comunicação. Estas faltas podem ser de origem interna, causadas, por exemplo, por defeitos nesses mesmos sistemas, ou externa, como por exemplo, causas de natureza humana (Lunk, 2014). As faltas provocam erros e levam os sistemas a um estado interno inadmissível, originando a falha no sistema (Marques, 2003). Assim, diz-se que houve uma falha nos sistemas/infraestruturas de comunicação sempre que estes não cumprem as especificações de funcionamento a que se propõem.

No âmbito das comunicações acima descritas, os CDOS são responsáveis por receber e registar as informações recolhidas dos TO nas fitas de tempo do SADO, bem como acionar mais meios para os TO, caso seja necessário. Estas informações enviadas aos CDOS pelos operacionais no TO denominam-se Pontos de Situação (POSIT), os quais são essenciais para o acionamento de mais meios e correta coordenação das operações por parte da ANEPC. No entanto, além dessa informação crucial para o desenrolar das OPS, existem outras informações relevantes para o cálculo de prejuízos e criação de relatórios pós-evento. Essas informações/relatórios podem ainda, posteriormente, ser objeto de estudo desses mesmos eventos em termos de causas, falhas, pontos a melhorar, entre outros, os quais se podem revelar muito úteis na fase de “Preparação” do ciclo da emergência (NFPA 1600, 2013). Assim, pode-se considerar que a correta recolha e passagem de informação são tarefas críticas e que infraestruturas/sistemas de comunicação são um ponto nevrálgico desta atividade.

Ainda no que diz respeito à perda de informação por falhas nos sistemas e infraestruturas de comunicação, verifica-se que maioritariamente estão relacionados com a queda de antenas ou destruição de cablagem por meio de incêndios ou eventos meteorológicos extremos. No entanto, verifica-se também como causa da indisponibilidade dos meios de comunicação, a sobrecarga das redes pela dimensão cada vez maior dos TO no que diz respeito ao número de operacionais e APC. Sendo ambos os casos exemplos de faltas nos sistemas (Marques, 2003), apresenta-se como caso de estudo nesta matéria as falhas do SIRESP registadas em incêndios de grande envergadura. As falhas são fundamentadas no estudo sobre o funcionamento do SIRESP (Aguiar, et al., 2017), desenvolvido pelo Instituto de Telecomunicações após o grande incêndio que

assolou os concelhos de Pedrogão Grande, Figueiró dos Vinhos e Castanheira de Pêra, em junho de 2017. O mesmo estudo (Aguiar, et al., 2017) apresenta, entre outras, as seguintes conclusões na primeira parte do relatório:

“Existiram faltas graves na Rede SIRESP, com cortes prolongados no funcionamento normal do sistema de comunicações (...)

As falhas mencionadas deveram-se à destruição, pelo incêndio, das ligações por cabo de fibra ótica das estações base referidas ao comutador de Coimbra

A solução técnica para a ligação das estações base ao comutador de Coimbra (...) não cumpre as exigências do Caderno de Encargos nem se configura como uma solução técnica adequada para usar numa floresta numa rede de segurança e emergência;

Durante o período de corte das ligações e mesmo depois destas terem sido reestabelecidas verificou-se que algumas das estações base foram incapazes de cursar o tráfego oferecido sem um número anormalmente elevado(...)

Nem todos os utilizadores têm conhecimento e prática suficiente dos equipamentos da Rede SIRESP, em particular para operar com falhas parciais da rede, pelo que se recomenda formação e exercícios periódicos para a sua utilização, em condições de stress. (...)”.

Depreende-se, pois, que o SIRESP não cumpre a finalidade a que se propõe e conta com inúmeras falhas que levam à quebra do fluxo de comunicação entre os meios operacionais e os meios de comando e controlo e, posteriormente, à perda de informação relevante recolhida.

Um outro fator ligado a este tipo de falhas, tanto na recolha como na passagem de informação, é o fator humano. Segundo Aguilar *et. al.* (2017), nem todos os utilizadores estão devidamente capacitados e treinados para operar os equipamentos, especialmente em situações em que seja necessário operar com indisponibilidade e falhas parciais da rede e sob stress. Numa outra perspetiva, ainda ligada ao fator humano, muitas vezes em situações de stress, ou até mesmo por falta de formação, é ignorada informação importante que se poderia revelar determinante. Assim, se se tomar o sistema de comunicação na globalidade, ao invés de se analisar apenas a parte tecnológica e infraestruturas, pode-se assumir a falta de formação ou de experiência para funções de

recolha de dados e passagem de informação, como uma falta ao sistema. Por conseguinte, essas faltas irão causar erros (e.g., não chegar ao CDOS determinada informação importante para tomar decisões sobre a ocorrência, afetando a gestão da mesma), o que leva o sistema a uma falha (que de acordo com o erro apresentado anteriormente pode ser não tomar determinada decisão crucial para o decorrer da ocorrência).

Em suma, independente de qual a causa, o facto de não se registar e transmitir determinado acontecimento, ou este não alcançar o recetor, pode trazer consequências diretas para quem está a coordenar as operações numa perspetiva macro, ou indiretas para efeitos de elaboração de um relatório ou estudo *à posteriori*. No primeiro caso pode fazer a diferença entre ter a ocorrência controlada num curto espaço de tempo ou que esta se prolongue por várias horas, ou até mesmo dias, caso não sejam acionados os meios mais adequados para esse tipo de ocorrência em tempo útil. No segundo caso, irá condicionar estudos que possam ser úteis nas fases de Preparação e de Prevenção do Ciclo de Emergência.

1.4 Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo o desenvolvimento de uma aplicação executável em *smartphones* e/ou *tablets*. Esta deverá auxiliar nas comunicações e servir como ferramenta de apoio na recolha de informação durante operações de proteção e socorro. Através da aplicação pretende-se ultrapassar, tanto quanto possível, os argumentos apontados no subcapítulo da “Problemática”. Assim, os objetivos específicos estão estritamente relacionados com cada um desses tópicos, sendo estes:

- Agilizar a interação entre todos os APC intervenientes na ocorrência;
- Evitar a perda de dados recolhidos no TO;
- Criar interfaces intuitivas que ajudem operacionais a enviar informação correta e o mais completa possível quando estes se encontram sob *stress*, ou mesmo quando têm pouca formação ou experiência nas funções.

1.5 Contribuições

Em termos práticos, este protótipo pode ser transformado num produto, após resolução de algumas anomalias e inclusão de funcionalidades adicionais necessárias, e colocado à disposição de equipas de resposta a eventos de Proteção Civil. Integrado com o SADO ou outra ferramenta utilizada pela ANEPC na gestão de ocorrências, permite, ainda, uma melhoria significativa no que respeita à qualidade do registo e transmissão de informação durante esses mesmos eventos. Além da gestão da informação sobre o desenrolar da ocorrência, conta com funcionalidades de gestão dos meios e mapas de apoio.

Por outro lado, não sendo possível proceder à integração com o SADO, a aplicação pode ser utilizada de forma autónoma pelos CB. Este uso autónomo, ainda que não integrado com o SADO, pode revelar-se vantajoso na medida em que apoia as equipas no TO a recolher os dados de forma correta e organiza de forma automática a informação para que seja mais fácil transmiti-la via rádio. Além disso, traz ainda a vantagem de que as equipas que operam o *software* podem aceder a registos históricos sobre a ocorrência.

O estudo efetuado junto dos bombeiros portugueses, e apresentado no capítulo 3 permite ainda avaliar questões relacionadas com os atuais protocolos e procedimentos sobre os fluxos de informação, bem como o grau de experiência dos bombeiros no uso de dispositivos móveis.

1.6 Metodologia

Este trabalho divide-se em três partes, tendo algumas delas decorrido em simultâneo em determinado período de tempo. A primeira, é consideravelmente a parte mais teórica, onde são abordados os temas que o resultado final do trabalho se propõe a solucionar. Esta parte teórica consiste essencialmente em duas fases, sendo elas: (i) o estudo da problemática e estabelecimento de objetivos, os quais consistem essencialmente no desenvolvimento de uma aplicação móvel; (ii) análise do contexto em que a problemática se insere, bem como de procedimentos e protocolos que devem ser tidos em conta para o

desenvolvimento da aplicação, e por último, pesquisa de possíveis soluções já existentes para parte do problema.

A segunda parte do trabalho é a mais prática e divide-se em quatro fases. Na primeira fase foi feito um estudo de viabilidade de implementação da solução proposta através de um inquérito *online*. Esta fase inicia-se ainda em simultâneo com a realização das pesquisas da primeira parte do trabalho. Apurados os resultados do estudo, os quais viabilizam o desenvolvimento das soluções, inicia-se a definição de requisitos e funcionalidade necessárias para que a solução atinja os objetivos estabelecidos. Terminada a definição de requisitos, inicia-se o desenho da solução e posterior implementação da mesma. Após a implementação, inicia-se a quarta fase, onde a aplicação é sujeita a um conjunto de testes realizados por possíveis utilizadores finais da mesma de modo a avaliar a usabilidade da mesma. A avaliação da aplicação, após a realização dos testes, foi feita, à semelhança do estudo de viabilidade, através de um inquérito *online*, desta vez dirigido aos utilizadores que realizaram os testes. As três últimas fases desta segunda parte do trabalho caracterizam-se pela similaridade com alguns dos processos do ciclo de vida do *software*, abrangendo a análise de requisitos, desenho da solução, implementação e testes.

Na última parte do trabalho são retiradas as conclusões gerais de acordo com o *feedback* dos utilizadores. De acordo com esse *feedback*, bem como de algumas das funcionalidades consideradas importantes e não implementadas, o trabalho termina com o estabelecimento de tarefas para trabalho futuro.

1.7 Estrutura

Esta dissertação está organizada de acordo com os passos que compõem a metodologia abordada para o desenvolvimento do projeto. Assim sendo, é composta por sete capítulos, cuja descrição sumária de cada um se apresenta de seguida.

No capítulo 1 – Introdução – é feita a descrição do âmbito e as motivações que conduziram à realização deste trabalho. É abordada a problemática dos incêndios rurais e respetivos riscos de recolha e perda de informação associados, sendo que o resultado final

poderá ser mais abrangente em termos de tipos de acidentes em que pode ser aplicado. Por último definem-se os objetivos a atingir, bem como a metodologia de trabalho aplicada.

No capítulo 2 – Enquadramento teórico – é descrito o funcionamento da Proteção Civil e da Gestão de Emergência em Portugal, e são ainda analisados e apresentados alguns projetos de referência (nacionais e internacionais) que se enquadram no âmbito deste trabalho. Do ponto de vista do produto de *software* que se pretende desenvolver, são abordadas também algumas tecnologias e ferramentas que possam ser usadas no seu desenvolvimento. É apresentado um conjunto de opções de desenvolvimento que permitirá escolher aquela que se adaptará melhor às necessidades.

Com o intuito de avaliar a viabilidade de implementação desta aplicação, desenvolveu-se um estudo, com base num inquérito realizado aos bombeiros portugueses, o qual é apresentado no capítulo 3 – Estudo de viabilidade de implementação. Relativamente a esse estudo, será apresentado, descrevendo a metodologia utilizada, o questionário elaborado, resultados obtidos e respetivas conclusões.

Um dos primeiros passos do desenvolvimento de qualquer produto de *software* deve ser a recolha e análise de requisitos. Portanto, no âmbito deste trabalho, é necessária uma análise detalhada da operação dos APC, principalmente bombeiros, na resposta a operações de proteção e socorro, bem como de documentação de apoio. Posteriormente, devem ser retirados dessa análise, ações a ser melhoradas através da aplicação, e detalhadas em forma de requisitos funcionais. Estes requisitos são apresentados no capítulo 4 – Requisitos para a aplicação.

Após a recolha e análise de requisitos, será possível passar para o capítulo 5 – Desenho e implementação da solução. Nesta fase são apresentados os componentes necessários e quais as abordagens para o seu desenvolvimento. Dado o seu intrínseco relacionamento, as fases de desenho e implementação são apresentadas no mesmo capítulo, pois em termos de desenvolvimento não há muito a descrever nem documentar,

sendo que a documentação relativa às decisões de desenvolvimento é apresentada na fase de desenho, sendo esta uma fase essencialmente prática.

No capítulo 6 – Testes – são apresentados os cenários de testes e respetivos resultados, bem como os resultados de testes de usabilidade com possíveis utilizadores finais.

No 7º e último capítulo – Conclusões e considerações finais – são apresentadas as considerações finais e respetivas conclusões do trabalho realizado. São ainda apresentadas algumas perspectivas para trabalho futuro.

2. Enquadramento Teórico

Este projeto no âmbito da Proteção Civil faz uso de algumas das Tecnologias de Informação existentes como um meio para atingir o objetivo a que se propõe. Desta forma, são analisados tanto os tópicos da Proteção Civil relacionados com os problemas que se pretendem solucionar, bem como as tecnologias usadas para os solucionar.

Inicialmente é analisado o sistema de Proteção Civil português de forma a contextualizar o meio onde a problemática se insere e o funcionamento do mesmo. Nesta análise serão abordados temas como a estrutura da Proteção Civil em Portugal, encaminhamento dos pedidos de socorro, fluxos de informação e articulação entre os diversos APC.

A segunda parte deste enquadramento teórico baseia-se na pesquisa e análise de soluções de base tecnológica ao serviço dos APC, tanto a nível nacional como internacional. Nesta pesquisa é dada ênfase a soluções tecnológicas utilizadas essencialmente na fase da “Resposta” do ciclo da emergência.

Por último, são apresentados temas relacionados com as Tecnologias de Informação usadas para solucionar a problemática apresentada. Além de apresentar uma breve descrição sobre aplicações móveis e abordagens de desenvolvimento, apresenta também algumas possíveis bases para o desenvolvimento da mesma.

2.1 Gestão operacional em Portugal

Atualmente em Portugal todos meios presentes numa ocorrência de proteção e socorro estão integrados num sistema de organização único – o SIOPS, definido na Lei n.º 27/2006, de 3 de julho, e instituído pelo Decreto-Lei n.º 134/2006, de 25 de julho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 72/2013, de 31 de maio – e respondem todos, no terreno, perante a mesma estrutura de forma coordenada, através do Sistema de Gestão de Operações (SGO). Este sistema aplica-se a todos os APC e Entidades com especial dever de cooperação, quando empenhado em operações de proteção e socorro.

2.1.1 Encaminhamento do socorro

Em Portugal Continental, à semelhança dos restantes países da União Europeia (UE), os pedidos de socorro são efetuados através do 112 (MAI, 2010). No que diz respeito a Portugal, quando os pedidos de socorro chegam ao 112 são tratados por um operador ou encaminhados para um serviço de emergência mais apropriado, de acordo com o motivo da chamada.

No caso dos pedidos de socorro para situações de doença súbita ou trauma, por exemplo, os pedidos são de imediato transferidos para o Centro de Orientação de Doentes Urgentes (CODU) do INEM, onde o pedido de socorro será triado e avaliado. Consequentemente, serão acionados os meios adequados de acordo com a gravidade da situação. Relativamente ao despacho das ambulâncias, este pode acontecer por uma de duas formas, uma vez que o INEM tem a maior parte dos seus meios ao serviço dos CB. Assim, (i) caso existam meios a serem operados pelo INEM, disponíveis na zona da ocorrência, esse meio será acionado diretamente pelo CODU; (ii) caso contrário, o CODU entra em contacto com a Central de Emergência do CB mais próximo da ocorrência a fim de acionar os meios. Caso o CB possua ambulância do INEM, este será o meio a sair de imediato, caso contrário o INEM pode solicitar ao CB que envie uma ambulância pertencente ao CB. Em caso do CODU acionar uma ambulância ao serviço de um CB (seja ela propriedade do CB ou do INEM), a Central de Emergência do CB terá que dar conhecimento da ocorrência ao CDOS. O CODU é ainda responsável por acompanhar o desenrolar da operação no que diz respeito às vítimas e ao seu encaminhamento à Unidade de Saúde mais adequada, assim como de acionar meios diferenciados ao nível da emergência pré-hospitalar caso seja necessário. Essa necessidade pode ser detetada por parte dos operadores do CODU durante o pedido inicial de socorro, ou solicitado pela equipa de emergência no local na sequência da avaliação do estado de gravidade da vítima.

Caso o motivo do pedido de socorro para o 112 seja de outra natureza, como por exemplo um incêndio rural, o encaminhamento da chamada será para o respetivo CDOS, após ter sido obtida alguma informação básica da localização do evento. Neste caso, a

triagem e acionamento dos meios será feita pelo CDOS, de acordo com a localização concreta e percepção da dimensão do mesmo durante o pedido de socorro. Tipicamente, em Portugal, durante as fases mais críticas do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais (DECIR) – o qual herda praticamente toda a estrutura e dinâmica do Dispositivo Especial de Combate Incêndios Florestais (DECIF), extinto em 2017 –, que ocorrem normalmente entre maio e outubro, são acionados à partida os meios da triangulação. Entende-se por triangulação uma Equipa de Combate a Incêndios (ECIN) de cada um dos três CB mais próximos do local da ocorrência.

A interação entre as várias centrais de emergência e APC, descrita nos parágrafos anteriores, é apresenta no digrama da Figura 1. Essa interação, permite o correto acionamento dos meios para a ocorrência em questão e baseia-se num fluxo que segue um conjunto de regras pré-estabelecidas. O fluxograma da Figura 2, apresenta algumas dessas regras e fluxos de informação para o acionamento de meios em situações de trauma, doença súbita ou incêndio.

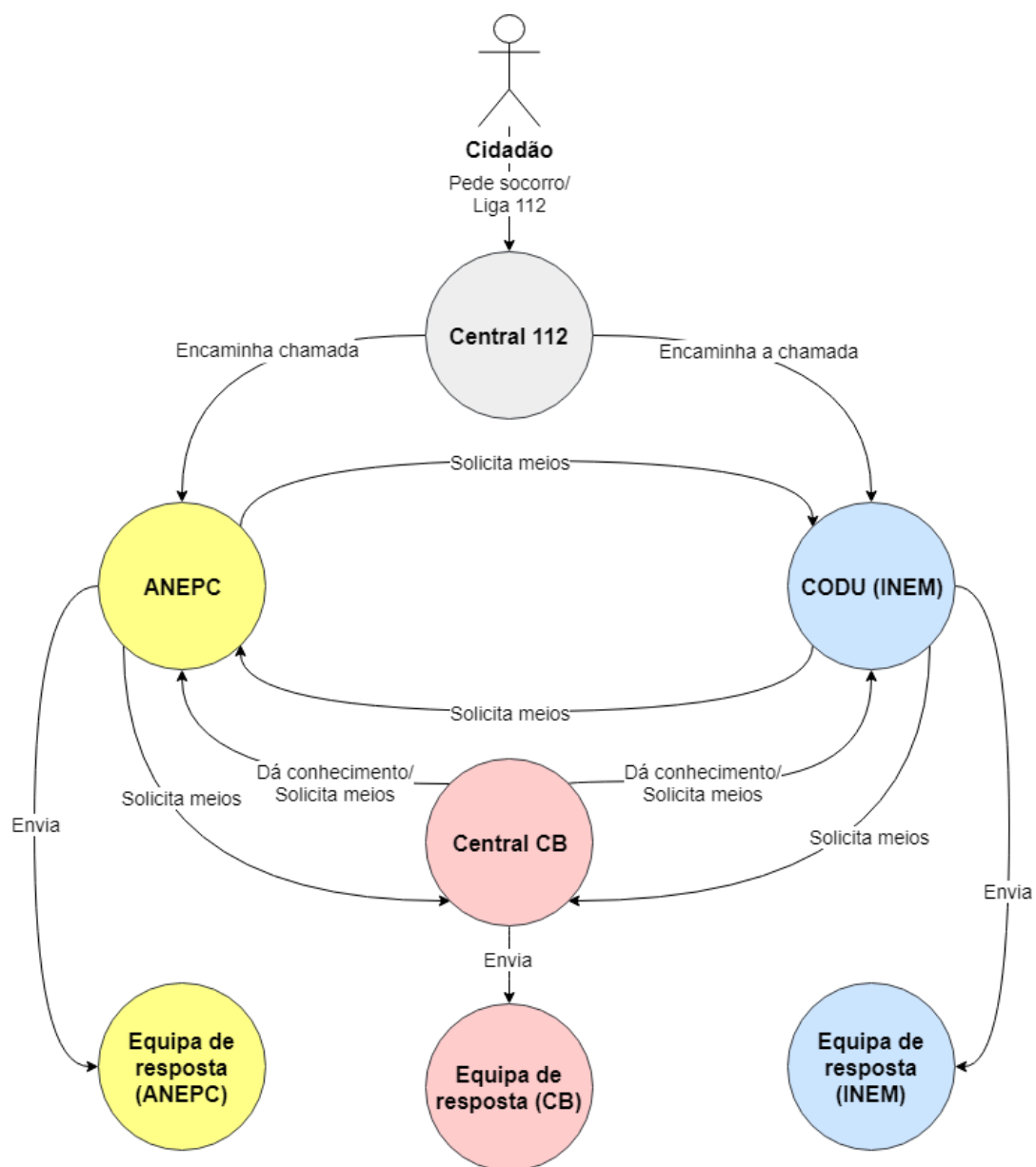


Figura 1: Diagrama de fluxo de dados de pedido de socorro e acionamento de meios.

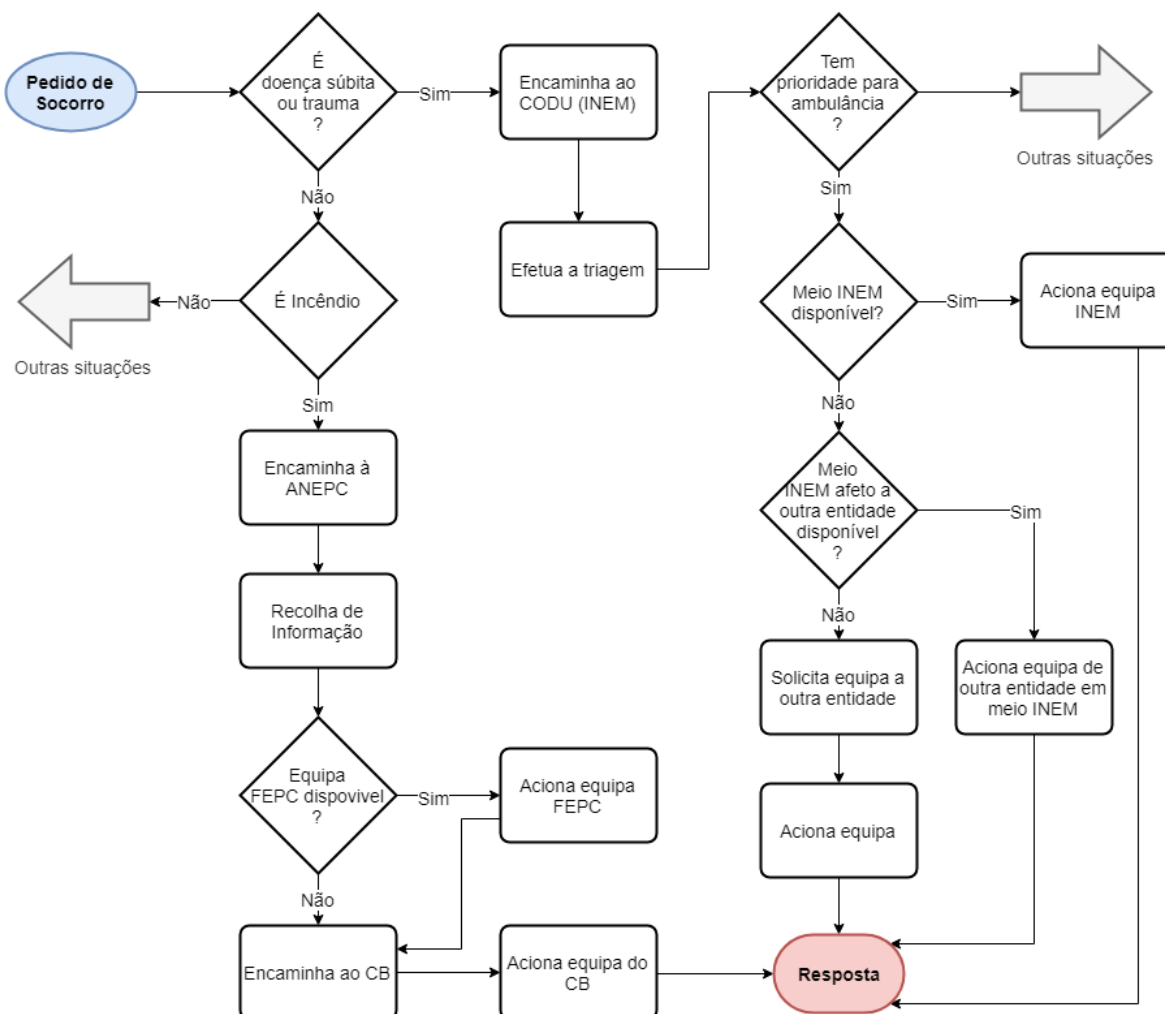


Figura 2: Fluxograma de acionamento de meios.

2.1.2 Sistema integrado de operações de proteção e socorro

O SIOPS estabelece o conjunto de estruturas, normas e procedimentos de forma a garantir que todos os APC atuam de forma articulada entre eles, sob princípio do comando único, sem prejuízo da dependência hierárquica e funcional de cada um desses APC (ANEPC, s.d.). Este princípio aplica-se tanto a nível da coordenação institucional como de comando operacional. O sistema tem como objetivo responder a situações de iminência ou de ocorrência de acidente grave ou catástrofe.

No âmbito da articulação institucional foram criados os Centros de Coordenação Operacional (CCO), os quais integram representantes das entidades cuja intervenção se justifica em função de cada ocorrência em concreto. Cada CCO tem como principal

responsabilidade gerir a participação de cada força nas operações de proteção e socorro a desencadear, competindo-lhe ainda:

1. assegurar a coordenação dos recursos e do apoio logístico das operações realizadas pelas organizações integrantes do SIOPS;
2. recolher informação estratégica, relevante para as missões de proteção e socorro, detida por cada uma das organizações, e geri-la;
3. recolher e divulgar por todos os APC, em função da ocorrência e do estado de prontidão, informações de carácter estratégico essencial à componente de comando operacional tático;
4. manter a autoridade política informada sobre todos os factos relevantes que possam impactar a resposta operacional;
5. acompanhar todas as ocorrências, garantindo a sua gestão e resposta adequadas.

O Centro de Coordenação Operacional Nacional (CCON) conta com as atribuições acima referidas no âmbito nacional e é coordenado pelo presidente da ANEPC, podendo ser substituído pelo Comandante Operacional Nacional da Proteção Civil (CONAC). Existe ainda um CCO por cada distrito denominado Centro de Coordenação Operacional Distrital (CCOD), competindo-lhe as mesmas atribuições do CCON no âmbito distrital, os quais são coordenados pelos Comandantes Operacionais Distritais (CODIS) da ANEPC.

Ao nível operacional, a ANEPC conta com uma estrutura própria, o Comando Nacional de Operações de Socorro (CNOS) que, nos termos da lei que define o SIPOS (ANEPC, s.d.) deve assegurar o comando das operações de socorro e ainda o comando operacional integrado de todos os CB, de acordo com o previsto no regime jurídico dos bombeiros portugueses (MAI, 2007). Cabe ao CNOS:

1. garantir o funcionamento, a operatividade e a articulação com todos os APC integrantes do SIOPS;
2. coordenar operacionalmente os CDOS;

3. assegurar o comando e controlo das situações que, pela sua natureza, gravidade, extensão e meios envolvidos, ou a envolver, requeiram a sua intervenção;
4. promover a análise das ocorrências e determinar as ações a meios adequados à sua gestão;
5. assegurar a coordenação e a direção estratégica das operações de socorro;
6. acompanhar em permanência a situação operacional no domínio de entidades integrantes do SIOPS;
7. apoiar técnica e operacionalmente o Governo;
8. preparar diretivas e normas operacionais e difundir-las aos escalões inferiores para planeamento ou execução;
9. propor os dispositivos nacionais, os planos de afetação de meios, as políticas de gestão de recursos humanos e as ordens de operações.

No âmbito da criação do SIOPS, e por consequência da existência do CNOS, e da competência que este lhe atribui de preparar e difundir normas e diretivas, foi homologada em sede de CCON, e ratificada em reunião da Comissão Nacional de Proteção Civil (CNPC) em 2010, a Diretiva Operacional Nacional (DON) n.º 1 (ANEPC, 2010) que estabelece o modo de funcionamento do Dispositivo Integrado das Operações de Proteção e Socorro (DIOPS).

2.1.3 Sistema de gestão de operações

O SGO é uma forma de organização operacional que se desenvolve numa configuração modular, de acordo com a dimensão e o tipo de ocorrência, tal como tem sido demonstrado noutros países (ESRI, 2007), onde as ocorrências podem tomar proporções bastante complexas (De Walle, Turoff, & Hiltz, 2010). Este sistema aplica-se sempre que uma equipa de qualquer APC ou Entidade com especial dever de cooperação seja acionada para uma ocorrência, em que o chefe da primeira equipa a chegar ao local assume de imediato o comando da operação – função de comandante de operações de socorro (COS) – e garante a construção de um sistema evolutivo de comando e controlo

adequado à situação em curso (ANEPC, 2018). Desta forma, a decisão da evolução para uma fase superior do SGO recai sobre o COS, tendo como dever fazê-lo sempre que os meios se mostrarem insuficientes ou a previsão de danos potenciais o justifique.

No âmbito geográfico, o SGO divide o TO em diversas zonas de forma a organizar e estabelecer a localização dos meios de acordo com a sua função, missão ou estado. Em termos funcionais desenvolve-se em três níveis:

- Estratégico – responsável pela elaboração e constante atualização do plano estratégico de ação, bem como definição de medidas de comando, estabelecimento de objetivos para o nível tático, identificação de necessidades ao nível de meios de reforço e planeamento logístico;
- Tático – responsável pelo estabelecimento de objetivos para o nível manobra, gestão de meios atribuídos e comando tático dos setores, assim como a execução do plano logístico;
- Manobra – responsável pela execução das tarefas específicas e missões operacionais.

O COS dispõe de um conjunto de ferramentas desenvolvidas pela ANEPC, composto por guias de comando, quadros painéis e documentos, que o devem auxiliar nas suas tarefas de coordenação, comando e controlo. Essas ferramentas auxiliam, por exemplo, no reconhecimento e passagem de informação, gestão de meios, desenvolvimento de planos estratégicos e táticos, entre outros.

Com a evolução da ocorrência, a organização da mesma pode variar de acordo com a fase do SGO em que esta se encontra, podendo este evoluir até à fase VI. As fases do SGO são definidas essencialmente pelo número de operacionais presentes na ocorrência. Na fase I estão empenhadas até 6 equipas e um máximo de 36 operacionais, passando para a fase II sempre que este número é ultrapassado. Quando se encontram mobilizados no TO mais de 108, 324 ou 648 operacionais a ocorrência passa para as fases III, IV e V, respetivamente. A passagem à fase VI é tomada por decisão do CONAC e pode ser acontecer imediatamente após a ocorrência atingir a fase III mediante determinadas condições.

A partir da fase II do SGO é espectável que a organização do TO seja fragmentada em diferentes setores de acordo com a zona geográfica ou área funcional. Posteriormente, com o aumento do número de meios mobilizados e passagem para as próximas fases, esses setores podem ser agregados em frentes, as quais podem englobar até 6 setores cada, podendo existir até 2 frentes na fase IV e 4 frentes na fase V. Na fase VI, implementada caso a ocorrência abranja vários municípios, a organização passa a ser feita por áreas municipais, podendo cada uma delas contemplar até 6 setores.

2.2 Sistemas informáticos no âmbito da proteção civil

As novas tecnologias de geo-informática (por exemplo, sistemas de posicionamento global, mapeamento digital, sistemas de informação geográfica e sistemas de apoio à decisão) e captura e transmissão eletrónica de informações de locais remotos (por exemplo, deteção remota, estações meteorológicas automáticas remotas, sensores de deteção automatizada, etc.) têm um forte potencial para contribuir para uma organização mais eficaz, tendo como objetivo a defesa das pessoas e dos seus bens, assim como a proteção ambiental, nomeadamente na prevenção e deteção de incêndios florestais (Ribeiro, 2014) (Costa, 2016). Os benefícios incluem deteção imediata e avaliação de risco, observação metódica de parâmetros biofísicos e socioeconómicos e gestão do apoio à decisão (Bonazountas, Kallidromitou, Kassomenos, & Passas, 2007) (Morehouse, et al., 2006).

2.2.1 Sistema integrado de atendimento e despacho de emergência médica

Como referido anteriormente, o atendimento dos casos de emergência médica são encaminhados para os CODU do INEM, e para tal contam, desde 2008, com um sistema informático distribuído, denominado Sistema Integrado de Atendimento e Despacho de Emergência Médica (SIADEM) para gestão do atendimento e respetiva triagem e avaliação dos pedidos de socorro, assim como para o despacho de meios (Veludo, 2009).

Existem quatro CODU a nível nacional, distribuídos pelas cidades de Lisboa, Porto, Coimbra e Faro, estando todos eles capacitados para o despacho de meios, e cada um

deles unicamente capacitados para o fazer dentro das suas áreas geográficas de intervenção. Contudo, o atendimento e triagem de pedidos de socorro é independente da localização da chamada, podendo, por exemplo, um pedido de socorro para Faro ser atendido em Coimbra. Não obstante, o despacho de meios para essa ocorrência será da responsabilidade do CODU de Faro, uma vez que a gestão dos meios disponíveis não está integrada com o SIADDEM, não tendo assim os outros CODU acesso aos meios disponíveis na região do Algarve para que os possam acionar para essa ocorrência. Por outro lado, todos os dados relacionados com a ocorrência estão presentes no SIADDEM, estando acessíveis a partir de qualquer um dos CODU.

Ao nível do atendimento, este sistema possui uma componente integrada com a linha telefónica que permite ter acesso a alguns dados relativos à chamada e, em alguns casos, até mesmo à localização geográfica de onde está a ser realizada, não sendo, por motivos alheios ao sistema, possível obtê-la para todas as chamadas. Durante a chamada, o processo de triagem é orientado por um fluxo de perguntas e possíveis respostas que auxiliam o operador a determinar a prioridade do pedido. Para cada pergunta o operador seleciona a resposta que mais se adequa à da pessoa que está a solicitar o socorro, sugerindo posteriormente uma nova pergunta com novas opções de resposta. Este processo repete-se sucessivamente até que o sistema consiga calcular qual a prioridade para essa chamada. No final, de acordo com a prioridade do pedido de socorro, estão pré-estabelecidos quais os meios a acionar.

Terminada a fase de triagem, as equipas de despacho de meios têm acesso às ocorrências em espera para a sua área de intervenção através do mesmo sistema informático. Com o auxílio de um outro sistema informático, que controla o *status* dos meios, é possível acionar para a ocorrência o meio disponível mais próximo da ocorrência. Uma vez passado o serviço à equipa, ou entidade competente, caso se tratem ou não de meios ao serviço do INEM ou de outras entidades de socorro, o acionamento é registado no SIADDEM.

A passagem de dados ou pedido de apoio diferenciado são outras etapas que usufruem das capacidades deste sistema informático. Uma vez no local da ocorrência, as

equipas de emergência podem ter necessidade de pedir apoio diferenciado, tais como, um helicóptero para transporte ou uma Viatura Médica de Emergência e Reanimação (VMER). Além da solicitação de meios, esta passagem de dados serve ainda para ativar uma via verde numa determinada unidade de saúde para receber um doente/vítima, ou saber qual a unidade de saúde com determinadas valências e vagas para atender um caso específico, entre outras situações. Tipicamente, estas passagens de dados são efetuadas via telefone ou rádio para os CODU, sendo que o tripulante de ambulância no local fornece de imediato o número da ocorrência por forma a que o operador saiba através do sistema qual é exatamente a ocorrência. A partir deste número, o operador tem de imediato toda a informação sobre qual foi o pedido de socorro, a localização da mesma e qual a equipa no local, bem como todos os dados transmitidos pela equipa de emergência até ao momento. O operador que recebe as passagens de dados é responsável por introduzir no sistema todas as novas informações transmitidas pelo tripulante. Com base em toda esta informação é possível ao médico de serviço no CODU tomar uma decisão acerca da ocorrência, e acionar meios diferenciados caso seja necessário.

2.2.1.1 ICARE

Integrado com o SIADDEM, o INEM possui uma aplicação para *tablets* à disposição das suas equipas de emergência médica, denominada ICARE. Esta aplicação tem como objetivo, além de eliminar os verbetes em papel, agilizar a passagem de dados dos doentes/vítimas.

Em cada ocorrência, as tripulações ao serviço do INEM, sejam tripulações pertencentes ao INEM, ou de CB ou Cruz Vermelha ao serviço do INEM, devem preencher um verbete com toda a informação relativa ao doente/vítima que estão a assistir. Esse verbete tem como finalidade efetuar uma passagem de dados ao CODU sobre a pessoa assistida de modo a determinar a unidade de saúde de destino, bem como avaliar a necessidade de acionar meios diferenciados, e por fim gerar um registo da ocorrência.

A aplicação ICARE começou por funcionar somente em computadores portáteis e atualmente já funciona em *tablets*. Assim, durante uma ocorrência, os tripulantes do

INEM podem preencher os dados sobre o doente/vítima na aplicação, ao invés de preencher o antigo verbete em papel, e enviar automaticamente esta informação para o CODU sem necessitar efetuar uma chamada telefónica ou comunicação via rádio. Este automatismo liberta os operadores do CODU para atenderem outro tipo de chamadas ou atender a pedidos mais críticos sem necessitar atender todos os pedidos individualmente.

Outra vantagem desta aplicação é o envio dos dados dos doentes/vítimas para a unidade de saúde de destino. Por exemplo, para ocorrências na zona metropolitana de Lisboa, é possível enviar aos hospitais a informação do doente/vítima antes que este dê entrada na unidade de saúde. Assim, para situações mais críticas, é possível que a unidade hospitalar já saiba *à priori* que determinado doente/vítima, com determinados parâmetros, irá dar entrada, e assim pode preparar previamente a receção do mesmo.

Comparativamente com outras zonas do interior, onde os meios do INEM são operados essencialmente por elementos dos CB ou das delegações da Cruz Vermelha e que não têm à disposição esta tecnologia, este processo de preparação da receção do doente/vítima requer mais procedimentos e intervenientes. Primeiramente é necessário que o tripulante efetue uma passagem de dados ao CODU sobre o estado e parâmetros do doente/vítima assistido. De seguida, estes dados são analisados pelo operador e médico de serviço no CODU. Posteriormente, caso seja relevante, informam a unidade de saúde que esse paciente irá dar entrada na unidade em determinadas condições.

Assim, é possível mostrar que, em locais onde as equipas tenham esta tecnologia à disposição, o processo de envio de informação para a unidade de saúde e preparação da receção do mesmo, é mais rápida e menos vulnerável a falhas. A rapidez é obtida pela automatização do processo de envio dos dados diretamente para o CODU e para a unidade hospitalar através da aplicação. A redução da vulnerabilidade é obtida ao eliminar um dos elementos intermédios do fluxo de comunicação. Não sendo necessário transmitir a informação a uma central, operada por meios humanos que funcionam como intermediário entre a tripulação e a unidade hospitalar, há menos um ponto onde a comunicação possa falhar ou não ser encaminhada da forma correta.

2.2.2 Sistema de apoio à decisão operacional

Semelhante ao SIADDEM, mas com outras valências, o Sistema de Apoio à Decisão Operacional (SADO) é também uma plataforma distribuída que funciona como uma fita de tempo para todas as ocorrências registadas pela ANEPC. Este tem como principais objetivos: (i) dar suporte à atividade da ANEPC; (ii) responder integralmente aos seus objetivos enquanto entidade de proteção civil; e, (iii) apoiar a resposta articulada entre todas as operações de proteção e socorro.

Enquanto plataforma tecnológica, o SADO deve garantir uma resposta mais ágil e eficaz na evolução de requisitos e necessidades das ocorrências comparativamente aos procedimentos utilizados anteriormente para as mesmas tarefas. Deve ainda, tendo em conta a sua importância e criticidade, garantir uma elevada robustez e disponibilidade de serviço (ANEPC & Indra SA, 2013). Quanto às suas funcionalidades, destacam-se:

- Automatismos de ajuda ao preenchimento da informação;
- Pesquisas de informação facilitadas e eficientes nos vários módulos do sistema;
- Notificações de eventos;
- Execução de relatórios e recolha de informação estatística;
- Registo de despesas e gestão de mapas de subsídios;
- Gestão de Planos Prévios de Intervenção e de Grupos de Reforço;
- Registo de Contratos e Gestão de Meios Aéreos;
- Visualização da informação em Mapa com iconografia apropriada;
- Integração da informação com outros sistemas aplicativos;
- Ajuda integrada e contextualizada na aplicação de suporte à utilização.

Cada vez que a ANEPC toma conhecimento de uma ocorrência, a mesma deve ser registada neste sistema. A forma como a informação chega a este sistema pode variar, uma vez que os CDOS da ANEPC podem receber os alertas diretamente pela população, através da linha 112, ou através dos CB que recebem a chamada inicial. Nos casos em que a chamada inicial é feita para os CB, a informação pode ser registada no SADO por uma de duas formas: (i) o operador de central de emergência do CB informa o CDOS através de

comunicação telefónica, ou rádio, sobre a ocorrência, e o operador do CDOS regista a ocorrência no sistema; ou, (ii) o operador da central de emergência do CB insere a ocorrência no sistema informático do CB, que quando integrado com o SADO, a ocorrência fica automaticamente registada em ambos os sistemas (do CB e no SADO), sem necessitar de comunicação adicional com os operadores do CDOS.

Com o auxílio do SADO, os CDOS mobilizam um conjunto apropriado de equipas para a ocorrência, baseado na sua localização e dimensão. É solicitado que, quando a primeira equipa chegue ao TO, envie um POSIT via rádio para o CDOS com toda a informação recolhida, baseada nos guias de comandos da ANEPC para o tipo de ocorrência em questão. Durante a comunicação, o operador do CDOS deve inserir essa informação no SADO. Após o 1º POSIT, sempre que haja alterações no estado da ocorrência, informação relevante, ou necessidade de mais meios, devem ser comunicados também ao CDOS, para que fiquem registados na fita de tempo do SADO e se proceda, por parte do CDOS, à tomada de decisões com o apoio da aplicação. Estes procedimentos aplicam-se essencialmente durante as três primeiras fases do SGO (ANEPC, 2018). A partir da fase IV, o COS da operação deve ser um elemento da estrutura da ANEPC e o Posto de Comando Operacional deve ser estruturado contendo uma Célula de Logística que inclui o núcleo de comunicação e sistemas de informação. Este núcleo está tipicamente guarnecido de equipamentos informáticos e procede ao registo da informação diretamente, sem necessitar de enviar informação ao CDOS. A partir desta fase todo o registo de informação é feito a partir do TO.

2.2.3 SIREP-GL

O SIRESP-GL trata-se de um aproveitamento das potencialidades da rede SIRESP, através de uso da localização dos terminais ligados à rede. Uma vez que é possível obter a localização de cada um desses terminais, e centralizar essa informação, o projeto SIRESP-GL passa por disponibilizar através de um mapa a localização de cada um deles, com a informação a que entidade corresponde. Implementado inicialmente em 18 CBs, um por distrito, foi durante o ano de 2017 estendido ao resto de país (Correio da Manhã, 2016),

permitindo assim, a georreferenciação de todos os meios dos bombeiros, e acesso aos dados através da *web*.

2.2.4 MacFire

Desenvolvido em 2004 por técnicos informáticos do município de Mação, permite disponibilizar nos postos de comando móveis, informação sobre as zonas de combate a incêndios rurais em cada ocorrência. Esta aplicação, é no fundo, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que tem como base cartografia militar, e permite sobrepor, por exemplo, cartas de risco de incêndio e hortofotomapas. Além disso, fazendo uso da tecnologia GPS, permite ainda a visualização de viaturas no terreno. Assim, é possível, uma visualização precisa, na aplicação, das frentes de incêndio, cálculo da área ardida, e registo de histórico de ocorrências para avaliação futura (LUSA, 2018).

Segunda a LUSA, este sistema encontra-se em funcionamento há mais de uma década e foi no ano de 2018 alargado a todo o distrito de Santarém. Esta expansão foi possível através de um trabalho conjunto entre o CDOS de Santarém e as duas Comunidades Intermunicipais (CIM) do distrito.

Com o objetivo de poder aceder à localização de qualquer veículo operacional no TO, e mostrá-lo no sistema de monitorização, a CIM do Médio Tejo, a CIM da Lezíria, a Câmara Municipal de Mação e a ANEPC assinaram a 10 de julho de 2019 um protocolo de cedência de dados do SIRESP-GL (Antena Livre, 2019). Sendo que, tipicamente cada meio operacional no TO possui pelo menos um rádio da SIRESP, e que a localização desses rádios é gerida pela aplicação SIRESP-GL, então, para cada veículo no TO que possui um rádio ligado à rede SIRESP é possível saber quase em tempo real qual a posição do mesmo. Posteriormente, acedendo a estes dados do SIRESP-GL, é possível juntá-los a toda a outra informação disponível no MacFire, ajudando na monitorização da ocorrência e no apoio à decisão.

2.2.5 Sistema de informação geográfica de apoio à adaptação às alterações climáticas e gestão de operações

Com o intuito de operacionalizar os objetivos do Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alentejo Central, a Comunidade Intermunicipal do Alentejo Central (CIMAC), em parceria com o CDOS de Évora, desenvolveu um SIG, acessível através da *web*, de apoio à adaptação às alterações climáticas e à gestão de operações. Lançado publicamente a 16 de julho de 2019, este *software* reúne uma série de dados e informações úteis no suporte à monitorização e avaliação das ocorrências (CIMAC, 2019). O uso deste SIG permitirá aos diversos APC do distrito de Évora a visualização e consulta de informação geográfica operacional e contextual do território. Além disso, possibilita ainda o registo georreferenciado de eventos no terreno (e.g., precipitação excessiva, incêndios, deslizamentos, ondas de calor), permitindo a visualização dos mesmos a todos os APC, bem como a divulgação de alguma dessa informação ao público geral através de um módulo adicional.

2.2.6 Outras referências a nível internacional

A nível internacional existem ferramentas interessantes que permitem numa única plataforma a gestão interna de CB, assim como a gestão de ocorrências. Esta gestão pode ser macro, por parte de comandantes que conseguem ter uma perceção global das ocorrências ativas e do estado das mesmas, bem como específica, por parte dos intervenientes da ocorrência que podem registar informação acerca da mesma. Bons exemplos de tecnologia ao nível da gestão de emergência a nível mundial são as aplicações e sistemas que se seguem.

2.2.6.1 Adashi

A plataforma Adashi é usada em serviços de emergência em todo o mundo, e fornece ferramentas de apoio à resposta e gestão de incidentes. Este *software* adapta-se às necessidades das equipas, independentemente do tipo de emergência. A plataforma completa contempla aplicações de *staff*, apoio à resposta, comando e colaboração.

No âmbito do *staff*, a aplicação Adashi RollCall (Adashi Systems, s.d.) disponibiliza ferramentas que facilitam tarefas como gestão de escalas rotativas, aprovação de férias, entre outras. Estas funcionalidades estão especialmente destinadas para organizações de emergência como tais como bombeiros e polícia. A aplicação pode ser integrada com as aplicações de resposta e de gestão de incidentes e tem uma versão mobile para que cada pessoa possa aceder aos dados e realizar tarefas, como enviar um pedido de férias.

Relativamente à resposta a incidentes, a aplicação Adashi FirstResponse MDT (Adashi Systems, s.d.) possui uma interface dinâmica para que os operacionais acedam e visualizem dados da missão. No painel principal visualizam-se todas as informações importantes sobre a missão. Através deste painel pode-se ainda aceder a um mapa de navegação até ao local da ocorrência. Através da aplicação é também possível aceder a outras funcionalidades, tais como, pré-planos, diretrizes de atuação padrão, plano de ação, previsão e modelagem de risco, dados meteorológicos, entre outros.

O Adashi C&C (Adashi Systems, s.d.) é o *software* usado para fins de comando de operações. O mesmo fornece soluções que permitem ajudar nas tarefas de comando de uma ocorrência em particular, bem como disponibilizar uma visão global fidedigna da situação operacional. Em relação às soluções de apoio ao comando de determinada ocorrência, apresenta as seguintes funcionalidades: mapas e plantas, lembretes, guias, grelhas de planeamento, e rastreamento de veículos em tempo real. Relativamente à situação operacional, permite dar uma informação sobre todas as ocorrências na sua área de atuação. Numa outra perspetiva, permite a interoperabilidade entre diversos agentes.

2.2.6.2 RedAlert NMX

O *software* RedAlert NMX é constituído por uma grande quantidade de diferentes módulos totalmente integrados entre si. A solução é altamente escalável, permitindo integrar tantos módulos quanto necessário para responder às necessidades.

Os principais módulos deste *software* (Alpine Software, s.d.), denominados por *core modules*, são:

- *NFIRS 5.0 Fire Incident Reporting* – Integrado com o Sistema Nacional de Denúncia de Incêndios dos Estados Unidos (NFIRS - *National Fire Incident Reporting System*) permite que os CB relatem e mantenham registos tanto de incêndios como de outros tipos de ocorrências;
- *Personnel Management* – Módulo de gestão de pessoal, que permite gerir os dados pessoais de cada elemento do CB e gerar relatórios;
- *Station Event Management Module* – Trata-se do módulo de gestão de eventos não urgentes, tais como, reuniões e exercícios. Os eventos registados são usados para gerar prémios de serviço e outros relatórios baseados em eventos e comparecimento;
- *Inventory Module* – Como o próprio nome indica, é responsável pela gestão de *stocks*. Além da gestão de *stocks*, permite ainda o agendamento de manutenções, bem como gestão de peças e custos de mão-de-obra.

Além dos módulos acima descritos, existem muitos outros para preencher os mais diversos requisitos, tais como, apoio na receção de chamadas e despacho de meios, funcionalidades de GIS (*Geographic Information System*) e/ou mapas, gestão de hidrantes, base de dados de matérias perigosas, etc. Conta ainda com uma aplicação móvel que disponibiliza muitas das funcionalidades presentes em todos estes módulos. Assim, a aplicação móvel permite:

- Integração com o centro de despacho;
- Realizar chamadas;
- Rastreamento de veículos;
- Reportar dados do incidente para o NFIRS;
- Visualizar inventário e verificar equipamento existente;
- Integração com GIS;
- Aceder a base de dados de pré-planeamento;
- Executar *offline*.

2.3 Aplicações móveis

2.3.1 Evolução

Desde o início da sua existência, o ser humano teve necessidade de criar ferramentas que lhe permitissem sobreviver e também facilitar a forma como realiza as suas tarefas do quotidiano. De entre muitas carências, a necessidade de comunicação apresenta uma elevada importância desde a idade da pedra, onde se revelou como uma ferramenta de sobrevivência (Faria, 2017). O simples facto de indicar que um animal seria um predador e alertar os restantes membros da comunidade, é por si só um exemplo de comunicação. Neste sentido, os métodos de comunicação também evoluíram, acompanhando a evolução da espécie humana, surgindo a necessidade de encurtamento da distância entre as pessoas e tecnologias direccionadas para esse encurtamento (Pinto, 2014).

Segundo Rodrigues (2017), a partir duma ideia que surgiu em 1947, a Motorola® apresentou em 1973 o primeiro telemóvel. Contudo, somente 10 anos mais tarde é que a Motorola® conseguiu colocar o aparelho no mercado. Desde então os telemóveis foram evoluindo, e em 1992 surgiu o primeiro *smartphone*, desenvolvido pela IBM (Owen, 2018). Este dispositivo continha funcionalidades que associamos aos atuais dispositivos, tais como *touch screen*, e-mail, notas, calendários, bem como outras aplicações e *widgets* que viriam, algumas décadas mais tarde, a ser generalizados nos *smartphones*. Com a entrada da Apple na corrida dos *smartphones*, o lançamento do primeiro iPhone, em 2007, fez disparar a venda destes dispositivos. Com a grande evolução dos *smartphones* durante as duas últimas décadas, surgiu também o conceito de aplicações móveis, *software* cujo objetivo é desempenhar tarefas específicas em *smartphones*, *tablets* ou até mesmo *desktops*.

Posteriormente, muitas outras empresas de dispositivos eletrónicos juntaram-se à corrida, e, nos últimos 12 anos, tem-se assistido a uma desmedida evolução nas capacidades de armazenamento e processamento. A juntar a esta evolução, o desenvolvimento de outras novas tecnologias e sensores permitiram ter componentes com dimensões cada vez mais reduzidas que passaram a estar incluídos nos *smartphones*.

A inclusão desta panóplia de componentes e sensores possibilita utilizar estes dispositivos para as mais variadas tarefas do dia-a-dia, como por exemplo, usar GPS (*Global Positioning System*), aceder à Internet, tirar fotos, gravar som e imagem, entre muitas outras. Com todas estas capacidades, rapidamente surgiram ideias e necessidade de mais aplicações, bem como de componentes com o *core* das aplicações pré-concebido. Isto levou a que as proprietárias dos maiores sistemas operativos para *smartphones* (Apple e Google), rapidamente disponibilizassem um repositório onde os programadores pudessem disponibilizar as suas aplicações de forma gratuita ou paga.

O uso de componentes pré-concebidos possibilitam uma redução do tempo e custo de desenvolvimento. De entre eles, destacam-se as *frameworks*, que consistem numa abstração das funcionalidades comuns entre vários projetos do mesmo género (Sauvé, s.d.). Através destas *frameworks* muitas vezes conseguem atingir-se funcionalidades específicas apenas através de configurações. No entanto, é possível utilizá-las, incrementando funcionalidades específicas através de programação. Além das *frameworks*, surgiram também bibliotecas, que são na mesma pedaços de código pré-concebido com o intuito de atingir um objetivo específico.

2.3.2 Desenvolvimento

Como já referido, ao longo tempo surgiram diversas abordagens para o desenvolvimento de aplicações móveis, sendo elas: Aplicações nativas, Aplicações *web* e Aplicações híbridas.

As aplicações nativas são aplicações que correm diretamente no dispositivo ao nível do sistema operativo, necessitando de ser instaladas no dispositivo. Este tipo de aplicações consiste em código binário que ao ser executado interage diretamente com o sistema operativo subjacente (e.g., iOS, Android, Windows Phone, Blackberry), podendo aceder ao hardware e *Application Programming Interfaces* (APIs) disponíveis no sistema operativo. Tipicamente este tipo de aplicações oferece ao programador um acesso mais fácil aos sensores integrados do dispositivo. Nestas aplicações os programadores dispõem de um ambiente de desenvolvimento específico para o sistema operativo de destino da

aplicação. Contudo, estas aplicações não podem ser facilmente adaptadas para outros sistemas operativos (Saramagaio, 2014).

As aplicações web existem atualmente em todos os *tablets* e *smartphones*, os quais estão equipados com *browsers* que interpretam HTML5, CSS 3 e JavaScript. Este ambiente permite desenvolver um enorme conjunto de funcionalidades, não só através de páginas *web*, mas também de aplicações que podem ser executadas em *browsers*. Uma das vantagens deste tipo de aplicações são as atualizações, pois ocorre ao nível do servidor, sem que os utilizadores tenham de instalar atualizações da aplicação. Estas aplicações são mais facilmente portáveis entre diferentes sistemas operativos, uma vez que o acesso é via *browser*. Não há necessidade de desenvolver uma aplicação diferente para cada sistema operativo, como acontece com as aplicações nativas, permitindo, até, serem utilizadas em computadores. Basicamente funcionam como se estivéssemos a aceder a uma página *web* (Saramagaio, 2014).

As aplicações híbridas são em grande parte baseadas em tecnologias *web*, estando também disponível ao programador um ambiente de desenvolvimento em linguagem nativa. Uma parte da aplicação é sempre em código nativo contendo as operações de arranque da aplicação, as quais são executadas diretamente no sistema operativo. Algumas *frameworks* de desenvolvimento híbrido funcionam também como um renderizador de HTML que permite executar as partes da aplicação desenvolvidas com tecnologias *web*. Este renderizador de HTML funciona como uma ponte entre o sistema operativo e uma aplicação *web*. Existem já renderizadores pré-definidos (e.g., Apache Cordova). Nalgumas *frameworks* que contemplam renderizadores de HTML, os componentes HTML podem estar alojados localmente no dispositivo ou num servidor, à semelhança das aplicações *web*. De forma a garantir que o utilizador acede sempre à versão mais atualizada da aplicação, é preferível manter os componentes num servidor *web*. Contudo, esta abordagem reduz a capacidade da aplicação de ser utilizada em modo *offline* (Saramagaio, 2014).

Por outro lado, existem outros tipos de *frameworks* de desenvolvimento híbrido que não necessitam dos renderizador de HTML. São exemplos dessas *frameworks* o Flutter

(secção 2.3.3.4), o React Native (secção 2.3.3.6) e o Titanium (secção 2.3.3.9), que exportam parte da aplicação para linguagem nativa sem necessitar de renderizadores a fazer a ponte entre a aplicação e as *frameworks* nativas. Este tipo de aplicações tem a vantagem de se reutilizar o código para executar a mesma aplicação em diferentes sistemas operativos. Para utilizar este tipo de aplicações em *tablet* ou *smartphone*, basta exportar os diferentes ficheiros de instalação de acordo com o sistema operativo de destino pretendido, permitindo assim instalá-la no dispositivo alvo.

2.3.3 SDKs¹ e frameworks

2.3.3.1 Awesome iOS

Awesome iOS é um SDK específico para desenvolvimento de aplicações para o sistema operativo iOS da Apple. O mesmo contém uma enorme quantidade de *frameworks*, bibliotecas, componentes, tutoriais, e extensões e *plugins* para a o IDE² Xcode³ (Awesome iOS, s.d.). Contudo, o próprio Xcode já contempla um SDK para o desenvolvimento de aplicações para iOS.

2.3.3.2 Android Studio

O Android Studio é um IDE (*Integrated Development Environment*) fornecido pela Google, direccionado para o desenvolvimento de aplicações para o sistema operativo Android. Este IDE já contém um SDK com inúmeras ferramentas e funcionalidade de desenvolvimento, teste, *debug*, e *profiling*, para o sistema operativo Android (Google, s.d.).

¹ *Software Development Kit*. Segundo a sua definição mais comum é um conjunto de ferramentas que pode ser usado para criar e desenvolver aplicações (Donais, 2018).

² *Integrated Development Environment*. É um *software* que agrega todas as ferramentas básicas para desenvolvimento e teste de *software* (Rouse, 2018).

³ IDE desenvolvido pela Apple especificamente para desenvolvimento de *software* dedicado aos seus sistemas operativos, entre os quais, iOS.

2.3.3.3 Ionic

O Ionic é um SDK de *software* livre completo para desenvolvimento de aplicações móveis híbridas. Lançado em 2013, foi desenvolvido sobre AngularJS e Apache Cordova, e fornece ferramentas para desenvolvimento de aplicações baseado em tecnologias *web*, tais como HTML, CSS e Sass (Silva, 2018).

2.3.3.4 Flutter

Desenvolvido pela Google, o Flutter é uma *framework* para desenvolvimento de *interfaces* gráficas em tempo recorde, para aplicações móveis tanto em iOS como em Android. Este é um pacote gratuito de código aberto, desenvolvido na linguagem Dart. Esta opção por parte dos criadores permite que as animações sejam muito mais fluídas, devido ao facto de ter o código compilado antes da execução (Silva, 2018).

2.3.3.5 PhoneGap

Criado pela Adobe, o PhoneGap é uma *framework* desenvolvida sobre a tecnologia Apache Cordova, que lhe garante o acesso às funcionalidades dos dispositivos móveis. É direccionado para o desenvolvimento de aplicações móveis híbridos através de tecnologias *web*, tais como HTML, CSS e JavaScript (Silva, 2018).

2.3.3.6 React Native

Este é um projeto criado por engenheiros do Facebook, que consiste numa série de ferramentas que possibilitam a criação de aplicações móveis para iOS e Android. O React Native disponibiliza algumas das mais recentes tecnologias de desenvolvimento de *Front-end*. Permite utilizar ECMAScript 6, CSS Flexbox, JSX e instalar pacotes do NPM, entre outras vantagens (Silva, 2018).

O React Native, à semelhança de aplicações desenvolvidas sobre o Apache Cordova, é também uma *framework* que possibilita o desenvolvimento de aplicações híbridas. No entanto, este traz algumas vantagens em termos de performance, uma vez que contempla menos uma camada entre a aplicação desenvolvida e o *hardware*. O Apache Cordova, e

todas as outras *frameworks* que o utilizam (e.g., Ionic, PhoneGap), usam uma camada WebView, entre a camada do Cordova e a camada das *frameworks* nativas, para renderizar a *interface* gráfica. No caso do React Native, este é desenvolvido diretamente nas *frameworks* nativas, eliminando a camada da WebView (Figura 3). Além da performance e fluidez da *interface*, o desenvolvimento direto nas *frameworks* nativas, possibilita um melhor acesso aos componentes de *hardware* do dispositivo, visto que nos casos das *frameworks* que utilizam WebView há uma maior dificuldade em aceder a alguns dos componentes (Ye, 2018).

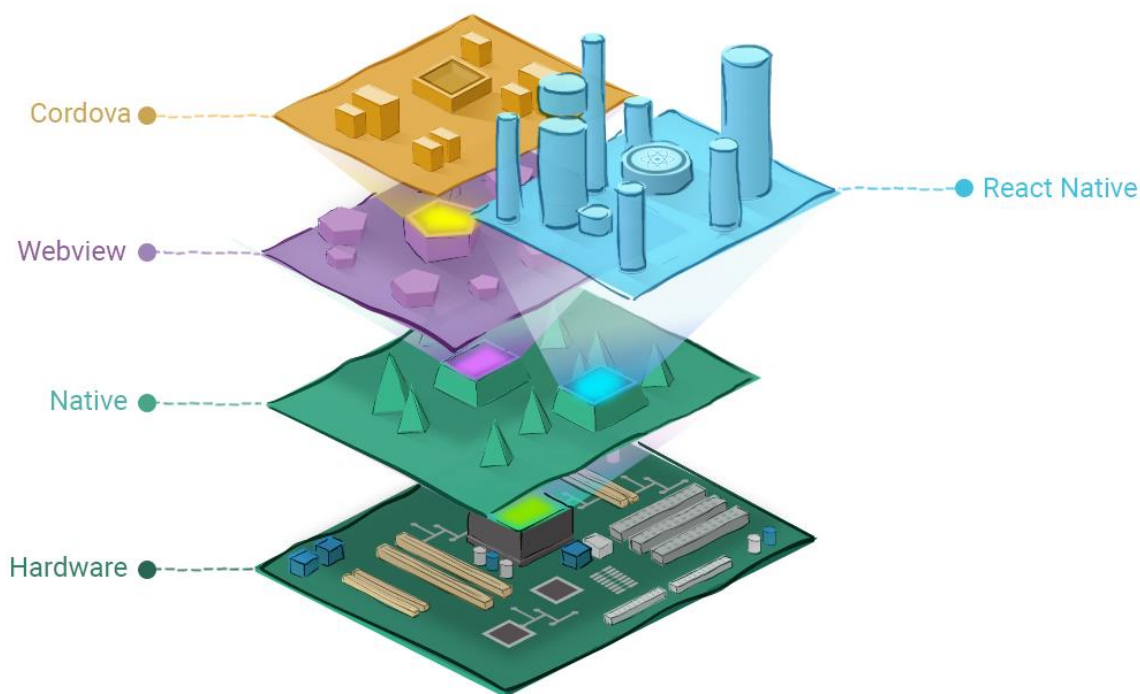


Figura 3: Camadas de aplicações móveis híbridas. Fonte: <https://uxplanet.org/react-native-vs-cordova-phonegap-ionic-etc-2f85d9651605>

2.3.3.7 Vue Native

Dado o facto de possuir uma dependência direta do React Native, é possível a qualquer momento fazer a conversão de um projeto de Vue Native em React Native. O Vue Native nasceu a partir do Vue, o qual foi criado para o desenvolvimento de aplicações *web*, e trouxe posteriormente a mesma experiência para o desenvolvimento para a

aplicações híbridas. Para programadores familiarizados com tecnologias *web*, esta não deixa de ser uma boa opção para o desenvolvimento de aplicações móveis híbridas (Silva, 2018).

2.3.3.8 Framework7

Esta *framework* permite o desenvolvimento tanto de aplicações móveis híbridas como de aplicações *web* com aparência e comportamento de aplicações nativas de iOS e Android. Foca-se apenas no design do iOS e Google Material para garantir a simplicidade, utilizando as tecnologias HTML, CSS e JavaScript. Dada a sua simplicidade e rapidez em desenvolver *interfaces* é uma ótima opção para prototipagem de aplicações (Silva, 2018).

2.3.3.9 Titanium

Possui ambientes de desenvolvimento fornecidos por Xamarin e PhoneGap, e permite desenvolver aplicações híbridas em JavaScript. Para suporte de funcionalidades nativas dos dispositivos, tem à disposição a API (*Application Programming Interface*) do Appcelerator que pode ser configurada através de XML. Estas configurações possibilitam o acesso facilitado aos recursos do dispositivo sem necessidade de desenvolvimento dedicado para as funcionalidades nativas. Apesar de permitir o desenvolvimento de aplicações híbridas, não permite o desenvolvimento com HTML e CSS. No final, as aplicações são exportadas em código nativo e JavaScript, melhorando a sua performance comparativamente a *frameworks* que usam uma camada WebView (Silva, 2018).

PARTE II – Aplicação móvel

*“De nada valem as ideias
sem homens que possam pô-las em prática”*

Marx, K.

3. Estudo de viabilidade de implementação

3.1 Considerações iniciais

Como objeto de estudo para avaliar a necessidade de inovação na área da digitalização e gestão de informação em Proteção Civil, realizou-se um inquérito *online* dirigido exclusivamente a bombeiros no ativo (nos quadros ativo e nos quadros de comando).

O inquérito serve como ferramenta para analisar a aceitação e pertinência da aplicação por parte do público alvo, bem como a viabilidade de implementação da mesma. A análise dos resultados ajudará ainda a tomar decisões em tópicos relacionados com as funcionalidades a incluir na aplicação, a compreender as vantagens da aplicação comparativamente aos processos atuais, entre outros.

3.2 Objetivos do estudo

No contexto global deste trabalho, este estudo tem os seguintes objetivos:

- Avaliar a satisfação dos bombeiros portugueses e a eficácia das infraestruturas e instrumentos utilizados, no que respeita à transmissão de informações em operações de proteção e socorro;
- Analisar a necessidade de inovação nos instrumentos de gestão e coordenação de operações de proteção e socorro;
- Avaliar a experiência dos bombeiros portugueses no que diz respeito ao uso de dispositivos de computação móvel;
- Analisar soluções que possam diminuir as perdas de dados durante as ocorrências.

3.3 Metodologia do estudo

Para a elaboração deste estudo foi efetuado um inquérito dirigido aos bombeiros portugueses afetos aos quadros ativo e de comando, dos corpos de bombeiros voluntários, municipais ou mistos. O inquérito (Anexo I), constituído por 34 questões (excluindo a secção de Informação sobre Bombeiro Sapador, a qual não foi incluída no estudo) – 26 de resposta fechada e 8 de resposta aberta ou mista –, foi realizado *online* recorrendo à plataforma Google Forms da Google LLC®, e decorreu entre os dias 6 de abril de 2019 e 10 de maio de 2019.

Para obtenção de respostas foi adotado o método de amostragem *snowball* (Atkinson & Flint, 2001) através de correio eletrónico e redes sociais. Neste modelo, o inquérito é feito numa primeira fase a indivíduos conhecidos, e estes em seguida divulgam o inquérito a outros indivíduos conhecidos da população e assim sucessivamente.

As respostas foram posteriormente exportadas para o software Microsoft Excel®, versão 16.25 para macOS (High Sierra) da Apple na versão 10.13.16, onde se procedeu ao tratamento estatístico. Como complemento, por forma a mostrar a dispersão geográfica dos inquiridos, recorreu-se à plataforma *online* MapInSeconds.com (<http://mapinseconds.com>).

3.4 Resultados do estudo

3.4.1 Caracterização e distribuição da amostra

Segundo dados oficiais da ANEPC (ANEPC, 2018), de acordo com o Portal do Recenseamento Nacional dos Bombeiros Portugueses, em 31 de dezembro de 2018 existiam 442 CB com um total de 69.575 bombeiros, repartidos entre quadro ativo, quadro de comando, quadro de honra, quadro de reserva e sem quadro (Tabela 1).

Tabela 1: Bombeiros recenseados em Portugal. Fonte: (ANEPC, 2018).

Nº de CB's	Quadro Ativo	Quadro Comando	Quadro Honra	Quadro Reserva	Sem Quadro	Total Geral
442	29.710	1.162	7.827	16.598	14.278	69.575

Como referido anteriormente, o estudo aplica-se a bombeiros dos quadros ativo e de comando, o que corresponde a uma população alvo que contabiliza um total de 30.872 indivíduos (Tabela 1).

A amostra alcançada foi de 443 respostas, das quais foram identificados 5 *outliers*. Assim, a amostra validada foi de 438 indivíduos, o que corresponde a 1,42% da população. Ainda que, segundo o Despacho n.º 5080/2019, de 22 de maio (ANEPC, 2019), os oficiais bombeiros estejam vinculados ao quadro ativo, neste estudo são separados os elementos da carreira de bombeiro voluntário dos elementos da carreira de oficiais bombeiros, os quais são denominados por bombeiros e oficiais, respetivamente. Relativamente aos elementos do quadro de comando são denominados por elementos de comando.

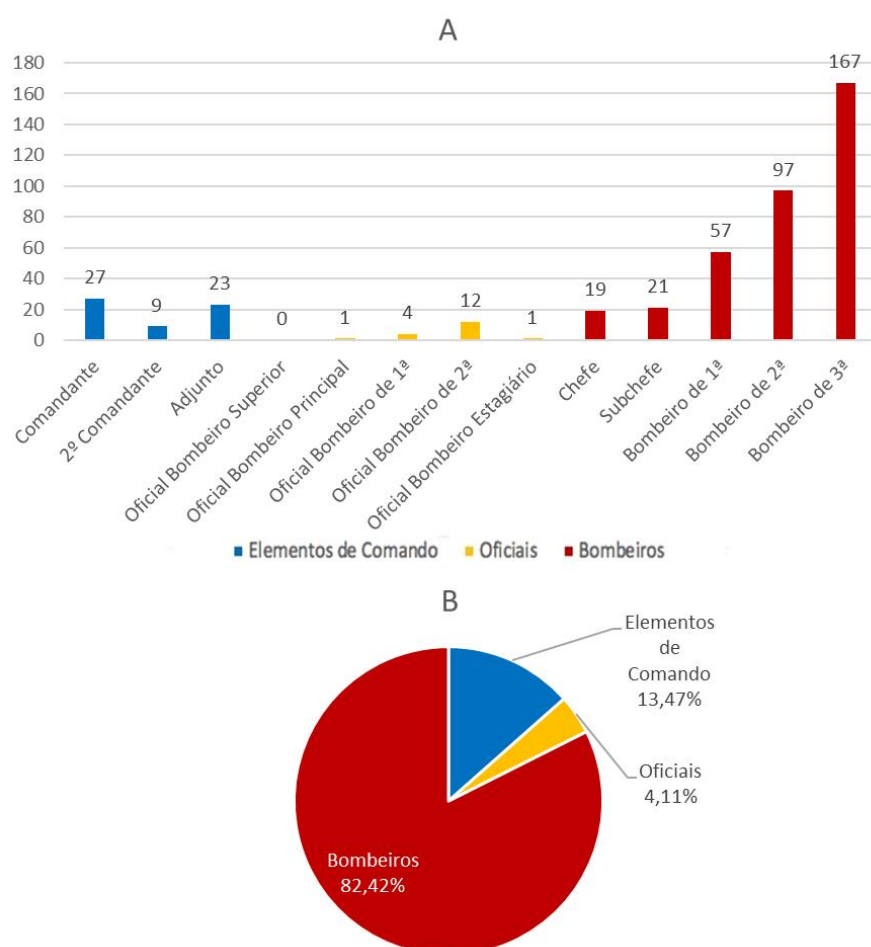


Figura 4: Número de bombeiros que responderam ao inquérito, distribuídos por categoria (A) e por categorias agrupadas (B).

Os bombeiros que responderam ao inquérito, e que constituem a amostra, encontram-se distribuídos por 13 categorias, agrupadas em 3 classes – bombeiros, elementos de comando e oficiais (Figura 4A). Quando agrupadas as categorias, verifica-se que 82,42% são bombeiros, 13,47% são elementos de comando e 4,11% são oficiais (Figura 4B).

Nos estudos em que as respostas são analisadas pela categoria a que os indivíduos pertencem, as respostas dos oficiais serão agrupadas com as respostas dos elementos de comando, tendo em conta a similaridade da formação obtida e o tipo de tarefas que desempenham.

O mapa da Figura 5 permite perceber a dispersão geográfica, por distrito, dos inquiridos. Pode-se observar (Figura 5) que os distritos com maior número de respostas foram os distritos de Viseu e Évora, que registaram entre 50 e 60 respostas cada, seguindo-se os distritos do Porto, Aveiro, Lisboa e Portalegre, que registaram entre 40 e 49 respostas cada. O distrito de Castelo Branco registou entre 30 a 39 respostas e o distrito de Coimbra entre 20 e 29 respostas (Figura 5). Entre 10 e 19 respostas encontram-se os distritos de Braga, Leiria, Santarém, Setúbal, Beja e Faro (Figura 5). Por último, dos distritos de Viana do Castelo, Vila Real, Bragança e Guarda obtiveram-se nenhuma ou no máximo 9 respostas por distrito (Figura 5).

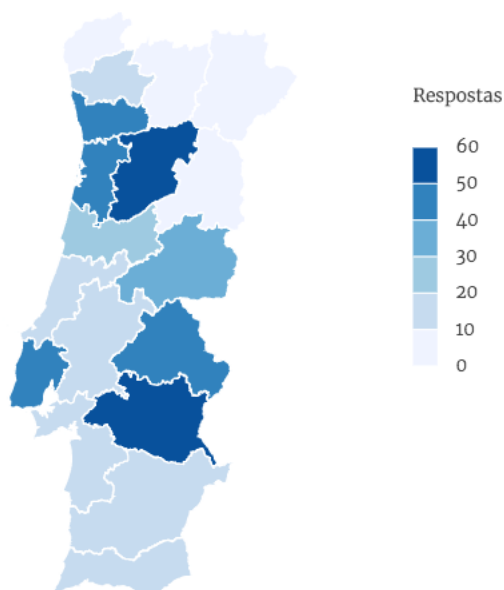


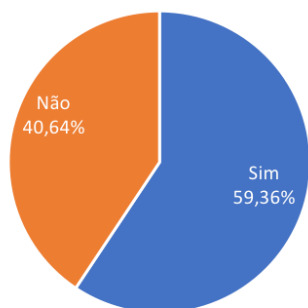
Figura 5: Dispersão geográfica das respostas ao questionário.

3.4.2 Eficácia e satisfação dos fluxos de informação versus Necessidade de inovação

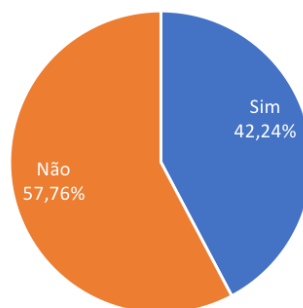
Entende-se por fluxos de informação todas as informações transmitidas relativas a determinada ocorrência. Na resposta à questão “De um modo geral, acha que os fluxos de informação funcionam de forma correta e eficaz na maioria das ocorrências?”, 59,36% dos inquiridos responderam que sim (Figura 6A). De salientar que não existe uma grande discrepância entre as de oficiais e elementos de comando que responderam sim (55,84% dos inquiridos desta categoria), comparativamente à percentagem dos restantes bombeiros do quadro ativo que responderam sim (60,11% dos inquiridos desta categoria).

Relativamente às comunicações via rádio para os CDOS, quando questionados se achavam que “todas as informações transmitidas são necessárias no imediato”, 58,00% dos inquiridos responderam negativamente (Figura 6B). A percentagem de resposta “não” dadas pelos elementos do quadro de comando e oficiais e pelos elementos do quadro ativo foram similares, respetivamente 59,74% e 57,34%. Esta questão teve o intuito de perceber se os bombeiros (incluindo oficiais e elementos de comando) acham que perdem demasiado tempo com protocolos e procedimentos de passagem de informação, e se acham que toda a informação que lhes é solicitada é essencial para as decisões de comando e coordenação das operações. As respostas dadas a esta questão são coerentes com as respostas à questão anterior, sendo que a percentagem da amostra que considera que os fluxos de informação não funcionam de forma correta e eficaz é idêntica à percentagem que acha que nem toda a informação enviada para os CDOS é necessária de imediato.

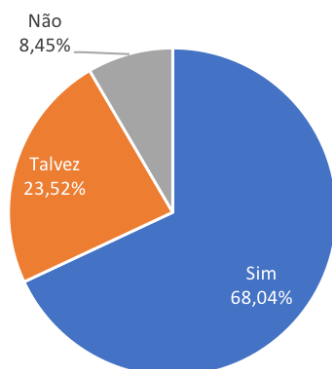
Opinião global sobre conformidade e eficácia dos fluxos de informação (A)



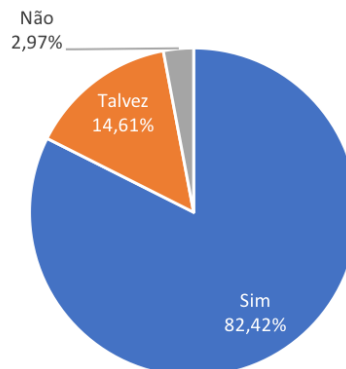
Necessidade de toda a informação no imediato (B)



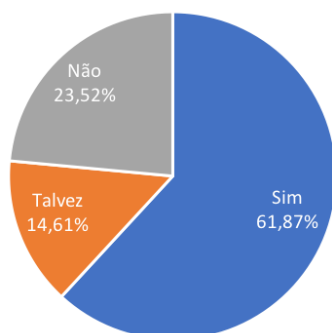
Informação sem influência na decisão (C)



Simplificação de procedimentos (D)



Existe mau uso do SIRESP? (E)



Envio de informações e estados por canais alternativos (F)

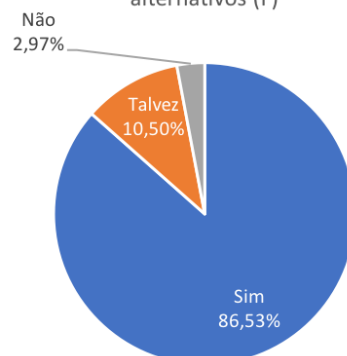


Figura 6: Eficácia e satisfação em relação funcionamento dos fluxos de informação.

Ainda no que diz respeito à importância da informação enviada aos CDOS, questionou-se os inquiridos se existiam informações que é necessário serem registadas, mas que não influenciam o decorrer das operações. Com esta questão pretende-se validar

a resposta anterior e averiguar a necessidade de registrar informação extra que não influencie as decisões de comando e coordenação das operações. Dos inquiridos, 68,04% respondeu que sim e 23,52% respondeu talvez (Figura 6C). A análise desta questão por categorias mostra que os elementos de comando e oficiais estão mais convictos acerca deste tema, onde se obteve 74,03% de sim para elementos de comando e oficiais contra 66,76% dos restantes bombeiros do quadro ativo. Sendo os primeiros, além de elementos dos quadros da ANEPC, os principais órgãos de comando e controlo de uma ocorrência, deve-se dar especial foco às suas respostas. Desta forma, é ainda de salientar que 20,78% dos elementos de comando e oficiais responderam talvez a esta questão, e apenas 5,19% responderam que não.

Quando questionados se há protocolos e procedimentos de comunicações que podem ser simplificados, a esmagadora maioria dos inquiridos (82,42%) respondeu sim, e apenas 2,97% respondeu que não, optando os restantes 14,61% por responder talvez (Figura 6D). Embora não exista grande discrepância entre os resultados relativos aos elementos de comando e oficiais, onde 84,42% destes responderam “sim”, e restantes bombeiros do quadro ativo, onde a percentagem de “sim” atingiu os 81,99%, constatou-se, mais uma vez, que os elementos de comando e oficiais se encontram mais convictos acerca destes temas, apresentando uma maior percentagem de respostas “sim”, e menos “não” e “talvez”.

As questões seguintes abordavam temas mais específicos. Assim, considerando que nem todos os problemas das comunicações podem estar relacionados com falhas tecnológicas e de infraestruturas do SIRESP, mas em parte correspondem também ao mau uso e falta de formação por parte dos operacionais, incluiu-se a questão “Relativamente à rede SIRESP, acha que em ocorrências de grandes dimensões é feito um mau uso da mesma, resultando em sobrecargas na rede?”. Neste tópico os resultados foram também esclarecedores – 61,87% dos inquiridos responderam sim e 14,61% talvez (Figura 6E) –, indo de encontro ao abordado na problemática, sobre o mau uso do SIRESP por parte de utilizadores com menos conhecimento e experiência (Aguiar, et al., 2017). Esta é definitivamente uma das questões com maior discrepância entre as respostas dos

elementos de comando e oficiais e os restantes bombeiros do quadro ativo. Responderam “sim” a esta questão 76,62% dos elementos de quadro de comando e oficiais e apenas 58,73% dos restantes bombeiros. Esta discrepância nos resultados pode ser justificada pela falta de formação e treino para operar os equipamentos, tal como abordado anteriormente na problemática. Tendo os elementos de comando mais formação e treino para operar estes dispositivos, bem como para comandar e coordenar operações de maior envergadura, detêm uma maior perceção do que está a ser feito de errado.

Abordando o tema do envio de *status* das equipas utilizado pelo INEM para gestão dos meios, entendendo-se esse envio de *status* como um canal alternativo à comunicação rádio convencional, questionou-se se a adoção deste procedimento por parte da ANEPC e o envio de algumas informações e estados das equipas através de canais alternativos seria vantajoso. A resposta à questão é esclarecedora: 86,53% dos inquiridos responderam “sim”, 2,97% não vêem vantagens na adoção deste procedimento e os restantes 10,50% responderam “talvez” (Figura 6F).

No seguimento deste tema, questionou-se se a adoção do procedimento anteriormente descrito seria vantajosa para libertar os chefes de equipa e/ou COS para outras tarefas bem como estar mais atento ao desenrolar da situação. Nesta questão, 97,40% dos elementos de comando e oficiais concordaram. Com uma diferença de 2,66%, 94,74% dos restantes bombeiros do quadro ativo também responderam “sim”. Conclui-se, portanto, que seria vantajoso o envio de determinado tipo de informação através de canais alternativos que consumisse menos tempo e atenção aos chefes de equipa e/ou COS.

Por fim, ainda no âmbito de apreender se os fluxos de informação funcionam de forma correta ou não, averiguou-se quais seriam os maiores obstáculos a uma recolha e passagem de informação clara e eficaz. Esta era uma questão de resposta mista, onde, além das opções apresentadas na Figura 7, os inquiridos poderiam sugerir outras causas. A maioria dos inquiridos apontou a falta de treino/experiência (65,30%; Figura 7) como o principal obstáculo à recolha e passagem de informação. Seguiram-se o stress (45,89%; Figura 7) e as falhas tecnológicas (43,38%; Figura 7). Grande parte das respostas sugeridas

pelos inquiridos estão, de alguma forma, relacionadas com as opções de resposta, havendo também algumas que sugerem situações relacionadas com uma má gestão dos TO.

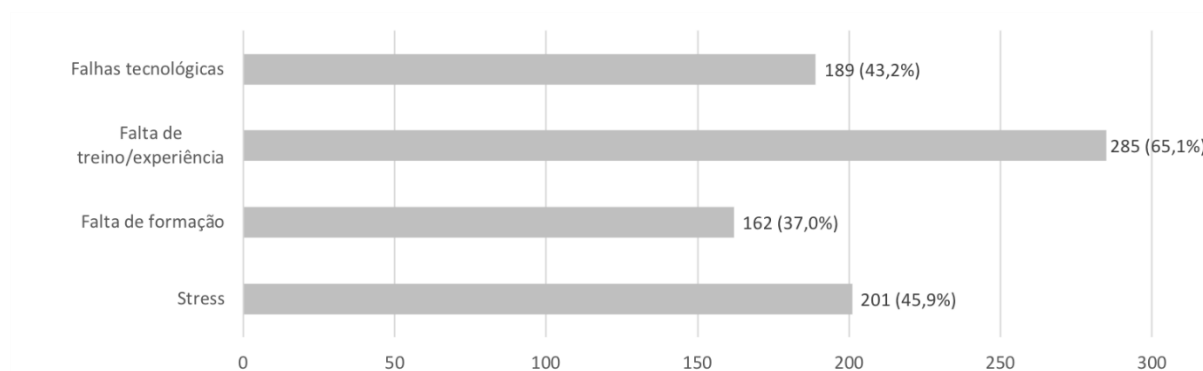


Figura 7: Obstáculos à recolha de dados e passagem clara e eficaz de informação.

3.4.3 Análise de valências e experiência dos inquiridos

Após avaliar a satisfação dos indivíduos sobre a eficácia e funcionamento dos fluxos de informação durante as operações de proteção e socorro, bem como a possibilidade de inovação na forma como se processam os fluxos de informação, as questões seguintes pretendiam aproximar o inquérito do objetivo do projeto – a criação de uma aplicação para registo e envio de informação sobre ocorrências de proteção e socorro. Assim, pretende-se aferir quais dos inquiridos já assumiram as funções de COS e possuem formação específica para tais funções, independentemente da sua categoria.

Segundo os gráficos da Figura 8, 68,49% dos inquiridos já assumiram as funções de COS, o que corresponde a 300 indivíduos da amostra. Desses, 91,00% admitem possuir formação ou treino específico para desempenhar tais funções (e.g., recolha de dados e passagem de informação). Por outro lado, dentro desse mesmo grupo que afirma já ter assumido as funções de COS, 98,00% indica que possui formação e/ou treino para operar rádios da Rede Operacional de Bombeiros (ROB) e/ou rede SIRESP.

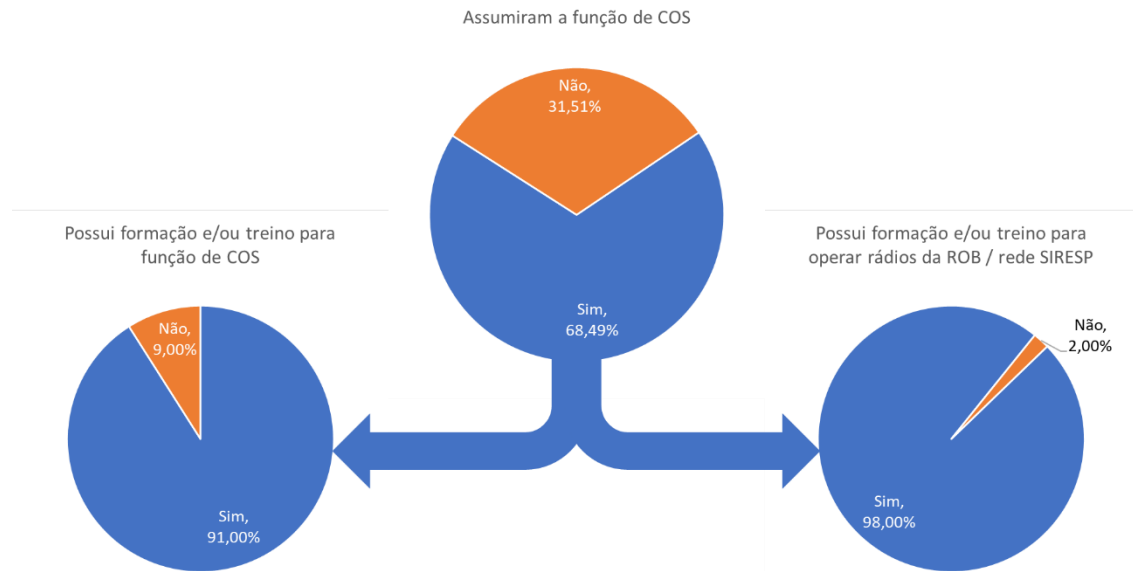


Figura 8: Bombeiros que assumiram funções de COS (ao centro); dos que assumiram essas funções, quais possuem formação (à esquerda); dos que assumiram essas funções, quais têm formação e/ou treino a operar rádios (à direita).

Numa escala de 1 a 5, onde 1 significa “Inexperiente” e 5 significa “Muito experiente”, os inquiridos classificaram o seu grau de experiência em atividades de reconhecimento e envio de informações via rádio (Figura 9). Conclui-se, tal como expectável, que os inquiridos que possuem essa formação ou treino responderam em maior percentagem nos níveis superiores (4 e 5), e os inquiridos que não as possuem responderam maioritariamente nos níveis inferiores (2 e 3) (Figura 9).

Em relação à experiência de uso de rádios, elaborou-se o gráfico da Figura 10, através do nível com que cada indivíduo se classifica. Este gráfico foi elaborado apenas tendo em consideração os indivíduos que assumiram as funções de COS. Mais uma vez, como expectável, o grupo de inquiridos que revela não possuir treino ou formação específica é o que apresenta menor incidência de resposta nos níveis mais elevados.

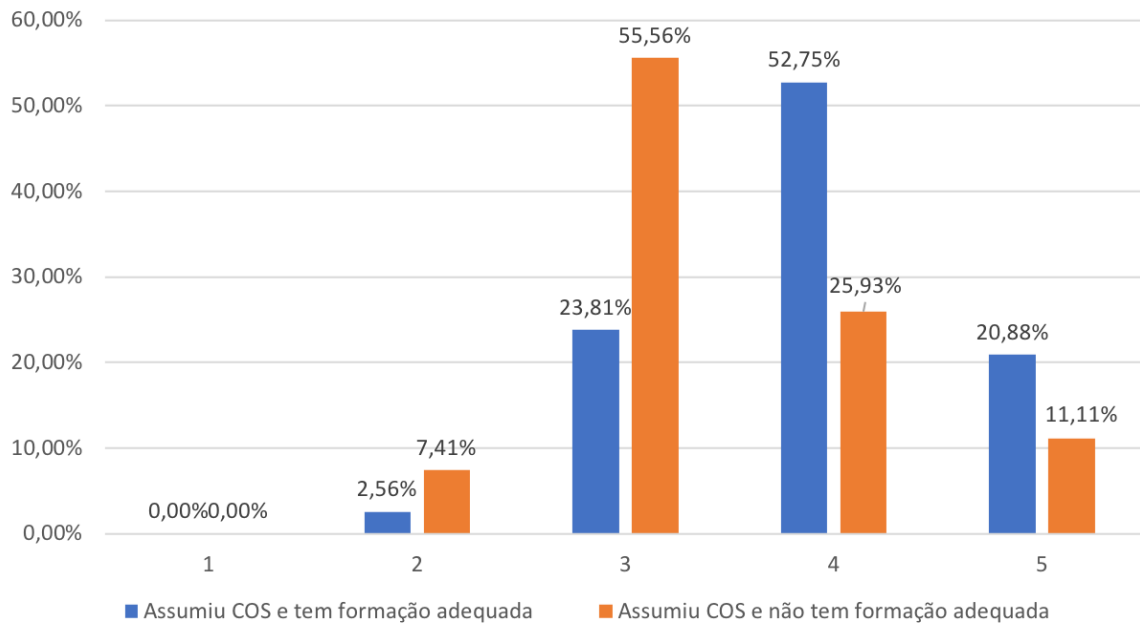


Figura 9: Classificação da experiência individual em atividades de reconhecimento e envio de informações através de rádio de bombeiros que já assumiram a função de COS.

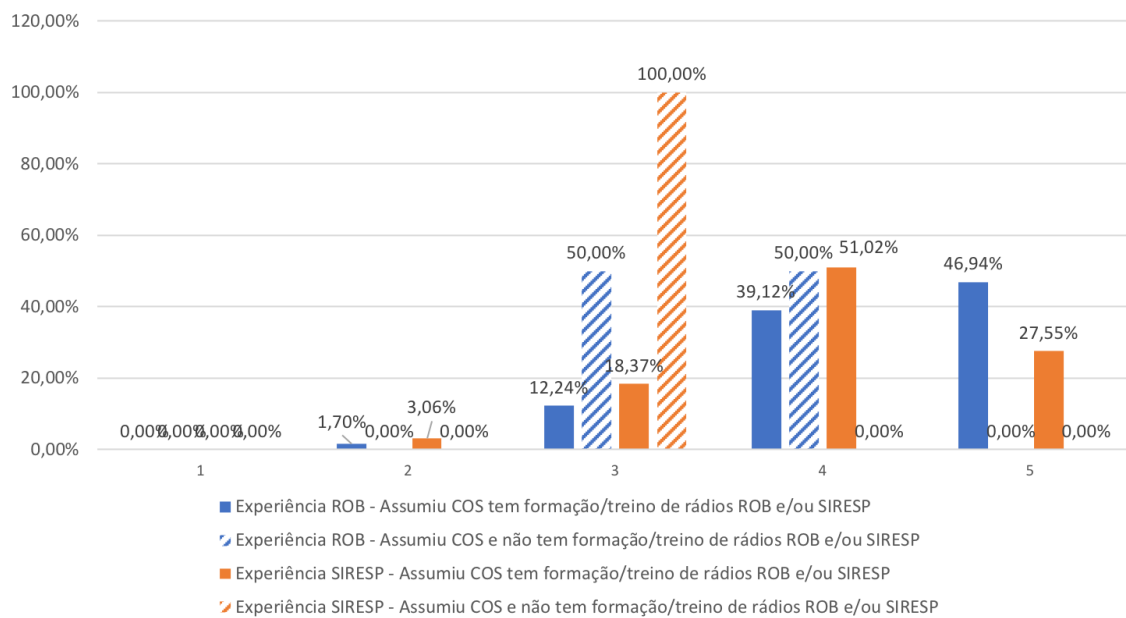


Figura 10: Grau de experiência e facilidade de utilização de rádios da ROB (azul) e rede SIRESP (laranja) por bombeiros que assumiram as funções de COS.

3.4.4 Uso dos dispositivos móveis ao serviço das OPS

Sendo a função de COS uma das que requer o desenvolvimento de algumas tarefas que se pretendem simplificar e digitalizar através deste trabalho de mestrado, os próximos estudos baseiam-se apenas em respostas de utilizadores que já desempenharam tais funções. Uma vez que, de entre os indivíduos desse grupo, apenas 2,00% dizem não possuir qualquer tipo de formação ou treino específicos para o uso de rádios da ROB ou rede SIRESP, esses dados não serão tidos em conta daqui em diante. Contudo, dada a relevância das tarefas de COS, os resultados relativos aos indivíduos que possuem formação e/ou treino específicos para tais tarefas serão tidos em conta. Assim, os estudos seguintes basear-se-ão no grupo de indivíduos que assumiu as funções de COS e possui formação e/ou treino adequados para esse papel.

O principal objetivo deste trabalho de mestrado é desenvolver uma aplicação para dispositivos móveis, dedicada à digitalização de tarefas inerentes aos chefes de equipa e COS durante as OPS, pelo que nesta fase do estudo pretende-se compreender o quão à vontade se sentem os inquiridos para usar dispositivos móveis. Assim, utilizando a mesma escala dos gráficos das figuras 9 e 10, os inquiridos classificaram o seu nível de experiência a utilizar dispositivos móveis (Figura 11). A maioria dos utilizadores, tanto pela análise da amostra completa como pelo grupo específico que está a ser analisado, classificaram-se nos níveis superiores (4 e 5) relativamente à sua experiência em utilizar dispositivos móveis (Figura 11).

Ainda no contexto dos dispositivos móveis, para averiguar se os inquiridos acham vantajoso o uso de aplicações dedicadas para registo e envio de informação, comparativamente ao uso de rádios, incluiu-se a questão: “Acha que o registo e transmissão de informações através de uma aplicação num dispositivo móvel poderia trazer vantagens comparativamente à transmissão dessas informações via rádio?”. Os resultados a esta questão são apresentados na Figura 12. Na globalidade da amostra (Figura 12A), mais de metade dos inquiridos (62,55%) revela que o uso de tais aplicações pode ser vantajoso, 34,25% diz “talvez” e apenas 3,20% acreditam que não trará vantagens. Quando observando o grupo específico de inquiridos que já assumiram as

funções de COS e possuem formação adequada (Figura 12B), verifica-se que 66,30% acredita que o uso de aplicações que consigam substituir algumas das comunicações via rádio pode ser vantajoso, 31,14% diz “talvez” e apenas 2,56% acreditam que não trará vantagens .

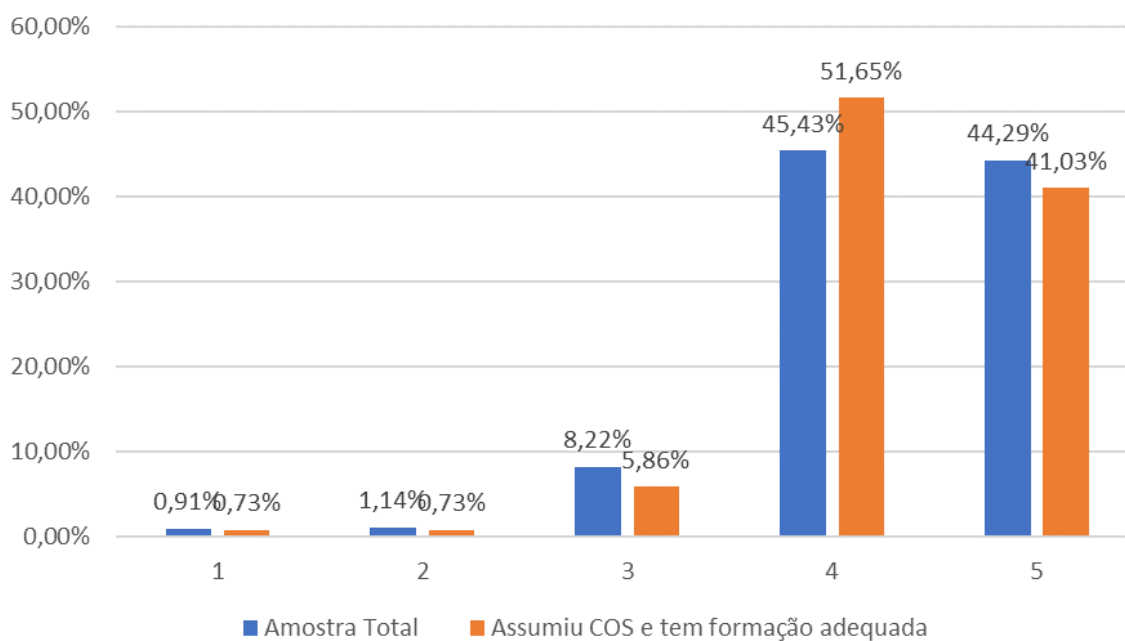


Figura 11: Grau de experiência no uso de dispositivos móveis.

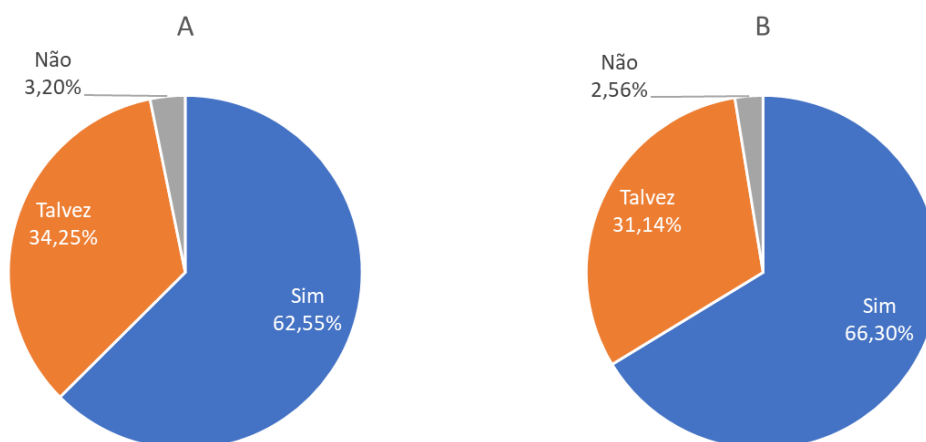


Figura 12: Opinião sobre o facto de ser ou não vantajoso o uso de dispositivos móveis para registo e envio de dados acerca de operações proteção e socorro, segundo a amostra total (A); e o grupo de inquiridos que já assumira COS e têm formação e/ou treino adequado (B).

No seguimento da questão anterior, os inquiridos foram questionados quanto às vantagens do uso de dispositivos móveis em detrimento do uso de rádios e restantes procedimentos atuais. Os resultados (Figura 13) apontam como principais vantagens:

- aplicação mais intuitiva, com boa usabilidade;
- envio de informação mais completa e correta;
- ajuda os operacionais com pouca formação ou experiência.

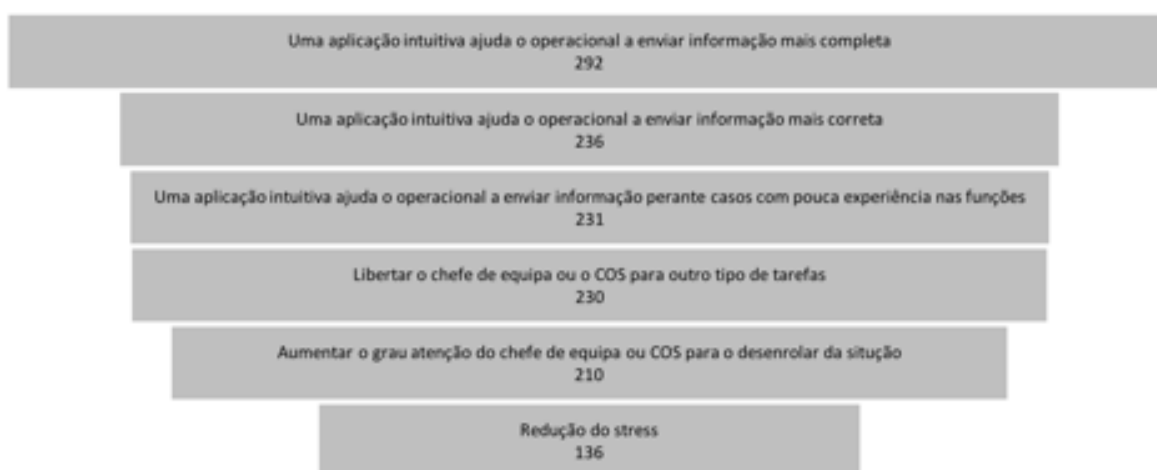


Figura 13: Vantagens do uso de dispositivos móveis para registo e transmissão de dados relativos a operações de proteção e socorro.

3.4.5 Análise de soluções

Numa fase do questionário em que ainda não tinha sido indicado aos inquiridos qual o objetivo do estudo, foi-lhes solicitado que indicassem de entre um conjunto de possíveis soluções, as que mais se adequam aos problemas anteriormente referidos, acerca dos fluxos de informação. Assim, as soluções relacionadas com mais formação e treino, melhorias nas infraestruturas da rede SIRESP e uso de novas tecnologias reuniram a maior parte dos votos (Figura 14). Há ainda a salientar a elevada votação em propostas relacionadas com aplicações móveis para uso em operações de proteção e socorro (Figura 14). Esta questão possibilitava ainda resposta aberta, no entanto, esses resultados não são expressivos.

Numa fase posterior, depois dos inquiridos tomarem conhecimento dos objetivos do estudo, foi-lhes solicitado que respondessem a um conjunto de questões direcionadas especificamente à utilidade e aceitação da aplicação que se pretende desenvolver. Assim sendo, uma vez que o registo e envio de dados das ocorrências através da aplicação é a base para algumas das finalidades pretendidas para a aplicação, questionou-se os inquiridos sobre o quão adequado seria utilizar uma aplicação móvel para a realização de algumas dessas tarefas. Para análise desses resultados utilizou-se uma escala qualitativa com os valores “Nada adequado”, “Pouco adequado”, “Adequado” e “Muito adequado”, onde os dois primeiros representam respostas negativas e os dois últimos representam respostas positivas.



Figura 14: Possíveis soluções para ultrapassar problemas relacionados com a gestão e as comunicações em operações de proteção e socorro

Uma das perguntas incluídas nesse âmbito foi “O que acha do uso de dispositivos móveis com aplicações dedicadas, para registo de informações relativas a Operações de Proteção e Socorro?”. Em resposta, mais de metade dos inquiridos acha a proposta adequada e mais de 35% acha muito adequada (Figura 15). Contudo, ao analisar os resultados do grupo de inquiridos que assumiram as funções de COS e possuem formação adequada (Figura 15B), verifica-se que a percentagem na categoria “Muito adequada” é mais elevada comparativamente à opinião global (Figura 15A). Assim, a percentagem de respostas consideradas negativas é mais baixa no grupo mais restrito e, ao mesmo tempo, mais especializado de indivíduos, nesta área.

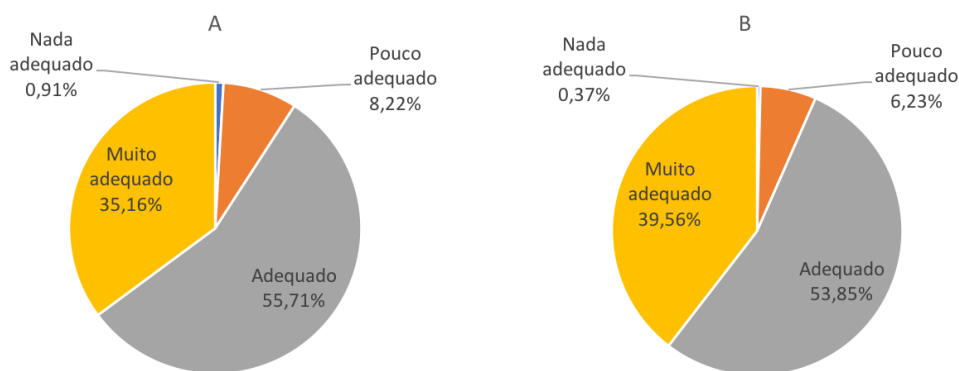


Figura 15: Opinião sobre uso de aplicações dedicadas para registo de informações sobre operações de proteção e socorro. Opinião de todos os inquiridos (A), e do grupo restrito de inquiridos que já assumiram COS e têm formação e/ou treino adequado (B).

A segunda questão neste contexto foi “O que acha do uso de dispositivos móveis, com aplicações dedicadas, para tarefas de comando e gestão de Operações de Proteção e Socorro?”. Neste caso, verifica-se que os resultados (Figura 16) são muito semelhantes aos da questão anterior (Figura 15). Aqui deve mais uma vez ser dada especial atenção aos resultados relativos à opinião do grupo restrito de inquiridos mais especializados na área, visto tratar-se de uma funcionalidade que pretende facilitar tarefas intrínsecas à função de COS. Pode, por exemplo, salientar-se a redução de respostas negativas deste grupo (Figura 16B) comparativamente à questão anterior; e, mais uma vez, a maior percentagem de respostas positivas (Figura 16B) quando comparado com a opinião global dos inquiridos (Figura 16A), como argumentos para justificar o esforço do desenvolvimento do protótipo.

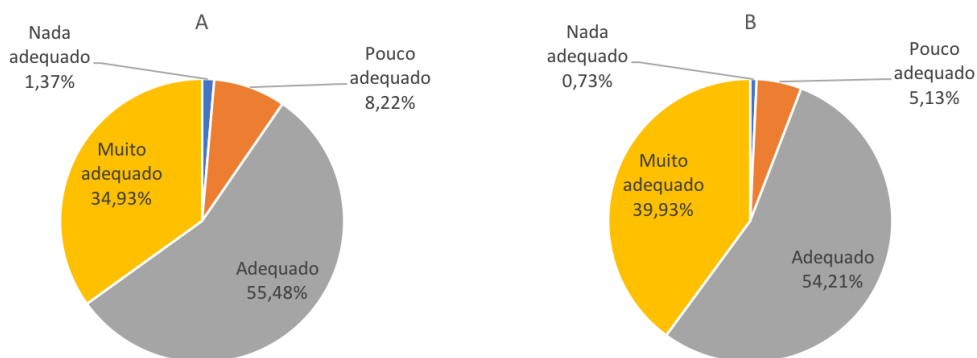


Figura 16: Opinião sobre o uso de aplicações dedicadas para tarefas de comando e gestão de operações de proteção e socorro. Opinião de todos os inquiridos (A), e do grupo restrito de inquiridos que já assumiram COS e têm formação e/ou treino adequado (B).

3.5 Conclusões do estudo

Nos dias de hoje, dada a familiaridade do uso de dispositivos móveis por parte da população em geral, como aliás se pode compreender pelos resultados do estudo, o uso deste tipo de aparelhos pode revelar-se uma mais valia no TO. O atual custo destes aparelhos e facilidade em desenvolver aplicações, possibilita a rápida implementação dos mesmos numa área que necessita melhorar a cada dia. Tarefas tão básicas como registar os dados da ocorrência, as quais atualmente ainda usam folhas plastificadas com canetas de acetato, podem facilmente ser digitalizadas para formulários e guardar o histórico de dados introduzidos. Até mesmo o envio dos dados pode ser simplificado sempre que haja disponibilidade de rede, bastando um *clique*, ao invés de relatar todo o cenário através de um rádio. Um outro fator é o consenso entre os inquiridos sobre a quantidade de informação solicitada que não é relevante no momento, que ocupa tempo e afeta a disponibilidade dos canais de comunicação.

Assim, e com base no inquérito realizado, conclui-se que algumas das tarefas realizadas nas operações de proteção e socorro podem ser simplificadas através do uso de aplicações para dispositivos móveis. O seu uso em trabalho de campo acaba por promover uma melhor disseminação do conhecimento e eficiência das operações contribuindo, assim, para uma maior eficácia no TO.

4. Requisitos para a aplicação

4.1 Enquadramento

A abertura de uma plataforma digital ou aplicação a vários APC, e disponibilização de funcionalidades de acordo com as responsabilidades de cada um deles no TO, poderá permitir uma melhor interação entre todos. Além disso, uma devida divisão de tarefas e delegação de responsabilidades, como por exemplo reportar estados (i.e., missão em curso, missão terminada, logística, descanso, etc.), permite ter uma visão global realista da ocorrência a cada momento. Dessa forma facilita-se o acompanhamento da evolução das missões atribuídas a cada um dos APC numa perspetiva global a partir do posto de comando, assim como a gestão de cada uma delas de forma individual e detalhada. Consequentemente, poderá ainda analisar-se o empenho de cada um dos APC nas operações. No entanto, o protótipo não contará com a integração de diversos APC, deixando essa tarefas para fases posteriores, e contando apenas com a utilização por parte de Bombeiros.

Ao desenvolver uma aplicação móvel, pretende-se que esta efetue a persistência dos dados introduzidos pelo utilizador, assim como dos dados recolhidos pelo dispositivo. Em paralelo, todos estes dados devem ser sincronizados sempre que existir disponibilidade de rede. Desta forma, suprime-se a perda de dados no decorrer das operações. Ainda que os dados possam não atingir de imediato o recetor, por falhas ou sobrecarga nas infraestruturas de comunicação, estes ficam guardados no dispositivo sendo posteriormente enviados assim que se restabelecer a ligação à rede. Note-se que, embora as mensagens enviadas através da aplicação possam conter informações críticas, e estas possam não alcançar o destino em tempo útil, não é de todo um objetivo deste projeto reduzir as limitações das infraestruturas de comunicação nem desenvolver novas tecnologias de comunicação. Assim, no que diz respeito às falhas de comunicação, pretende-se apenas reduzir a perda de dados garantindo a persistência dos mesmos. Cada informação transmitida terá um *timestamp* associado de acordo com o momento em que

foi enviada. Embora estas possam alcançar o destino apenas algum tempo mais tarde caso haja falhas ou sobrecargas na rede, alcançarão sempre o destino mantendo também a referência temporal das mesmas.

O registo, numa base de dados comum, de todos os dados recolhidos durante as ocorrências permite, num período pós-evento, obter informações fidedignas relativas ao mesmo. Isto possibilita a realização de auditorias e investigações em caso de acidentes ou falhas nos procedimentos estabelecidos, a criação de relatórios mais completos e detalhados, estudos sobre o evento, a realização de estatísticas, entre outros.

Visando ultrapassar falhas humanas inerentes ao *stress*, falta de conhecimento e/ou formação, objetiva-se a criação de funcionalidades automáticas e semiautomáticas de recolha de dados. Entendem-se por funcionalidades automáticas aquelas cuja aplicação tem a capacidade de recolher dados em *background* sem a intervenção do utilizador (i.e., coordenadas GPS, data/hora, etc.). A integração deste tipo de funcionalidade permite que o utilizador não perca tempo a recolher e registar manualmente dados, não perdendo o foco noutro tipo de tarefas. Relativamente a funcionalidades semiautomáticas, estão relacionadas com atividades que requerem a ação do utilizador, mas que são iniciadas ou guiadas pela aplicação. Alguns exemplos deste tipo de funcionalidades são: solicitar o envio de um ponto de situação acerca da ocorrência, envio do estado da equipa, indicar que tipo de informação deve ser recolhida e em que momento, entre outras. Servindo estas funcionalidades como um auxiliar ao desempenho dos operacionais no terreno, perspetiva-se que possam ajudar a recolher a informação correta no momento indicado, mesmo quando o utilizador não sabe ou não se lembra que tem que a enviar. Neste projeto, por se tratar apenas de um protótipo, dar-se-á prioridade ao desenvolvimento de uma interface simples e intuitiva em detrimento do desenvolvimento de alguns desses automatismos mais complexos, com o intuito de submetê-lo a testes de usabilidade a possíveis utilizadores finais.

A escolha de *smartphones/tablets* como dispositivos alvo para a operação da aplicação a desenvolver baseou-se em três fatores:

- Logístico – este tipo de dispositivos tem uma grande portabilidade, o que permite a sua operação nas mais variadas situações e locais;
- Económico – comparativamente à criação de dispositivos dedicados este tipo de aparelhos apresentam um baixo custo;
- Tecnológico – existe hoje uma panóplia de *frameworks* de desenvolvimento de aplicações para correr nos sistemas operativos mais comuns, tanto para *tablets* como para *smartphones*, nomeadamente Android e IOS, as quais permitem facilmente exportar a mesma aplicação para ambos os sistemas operativos sem requerer grandes alterações no que diz respeito ao código fonte. Estas mesmas *frameworks* permitem ainda um desenvolvimento mais rápido quando comparado com a criação de aplicações totalmente de raiz.

4.2 Requisitos funcionais

4.2.1 Identificar, configurar e autenticar a aplicação

A partir da página inicial (de abertura) da aplicação deve estar disponível um menu onde possam ser configurados dados respetivos à equipa que opera o dispositivo atual. Assumindo que poderá, em muitos casos, ser atribuído um dispositivo móvel a uma determinada equipa e/ou veículo, não faz de todo sentido a cada ocorrência ter que preencher dados relativos à corporação e veículo. Assim, esses dados devem poder ser configurados previamente no dispositivo de modo a que a cada utilização da aplicação por parte de uma equipa seja apenas necessário o preenchimento do número de ocorrência. No entanto, por motivos de redução de tempo na conceção do protótipo, este requisito não será desenvolvido nesta fase, uma vez que não se revela essencial para a avaliação da funcionalidade e usabilidade do mesmo. Assim, nesta fase, será solicitado ao utilizador que ao aceder à ocorrência introduza, além do número de ocorrência, a corporação e o veículo a que pertence.

4.2.2 Aceder à ocorrência

Ao iniciar a aplicação, a página inicial deverá ser o mais simples possível, solicitando apenas o número de ocorrência. Assim, deverá conter um campo de texto e um botão que permitam ao utilizador aceder à ocorrência pretendida (Figura 17A). No entanto, como estabelecido no requisito anterior (secção 4.2.1), na versão de protótipo serão solicitados ao utilizador, na página inicial, os dados relativos à corporação e veículo. O *mockup* da página inicial para a versão de protótipo é apresentado na Figura 17B.

Ao preencher os dados solicitados e clicar em “Entrar” o utilizador deve ser redirecionado para a página principal da ocorrência.

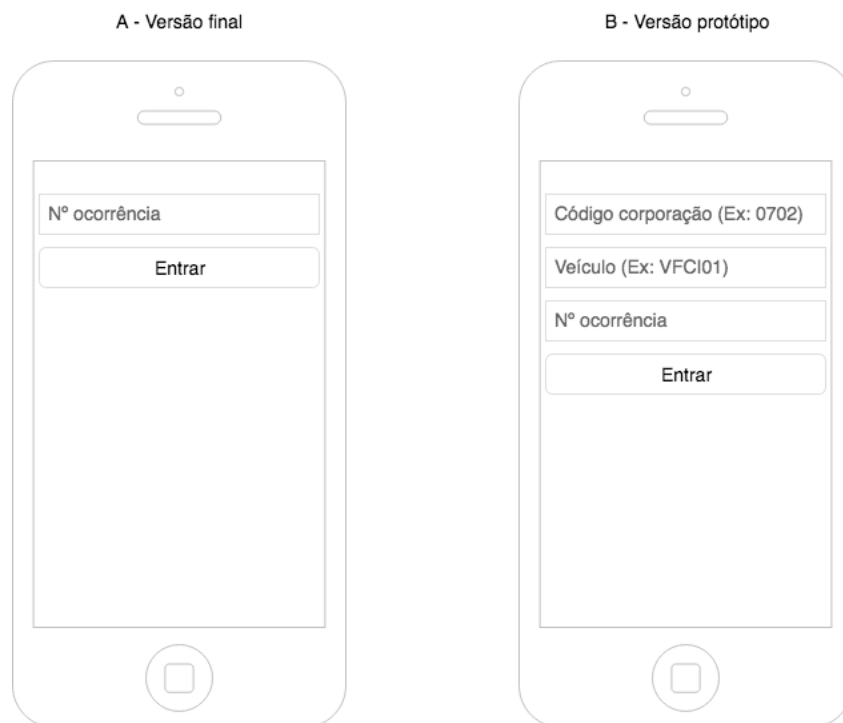


Figura 17: Página inicial da aplicação, na versão (A) final e na versão (B) protótipo.

4.2.3 Confirmar acesso à ocorrência

Ao aceder a uma nova ocorrência, a aplicação deteta que a equipa ainda não se encontra associada à mesma. Neste caso, a aplicação deve mostrar abaixo do quadro resumo da ocorrência (secção 4.2.4) a mensagem descrita na Figura 18.

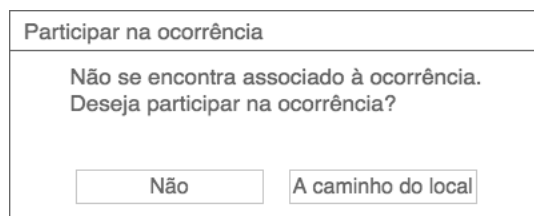


Figura 18: Caixa de diálogo de confirmação de acesso à ocorrência.

Na caixa de diálogo devem constar as seguintes opções, com os respetivos comportamentos:

- “Não” – A equipa não fica associada à ocorrência. O utilizador deve ser redirecionado para o ecrã de introdução do número de ocorrência;
- “A caminho do local” – A equipa deve ficar associada à ocorrência. O estado da mesma equipa deve, no contexto da ocorrência, ser definido automaticamente como “A caminho do local”. A caixa de diálogo é fechada, e serão mostradas as opções da página principal da ocorrência (definidas na secção 4.2.5).

4.2.4 Quadro resumo da ocorrência

O quadro resumo da ocorrência deve ser apresentado na parte superior da página principal da ocorrência e conter a seguinte informação:

- Código e tipo de ocorrência, segundo a classificação das ocorrências definidas pela ANEPC na Normal Operacional Permanente (NOP) 3101 de 2009 (ANEPC, 2009);
- Descrição da localização;
- Coordenadas do TO.

A configuração do quadro resumo é apresentada pelo *mockup* da Figura 19. Este quadro resumo tem como objetivo mostrar ao utilizador um breve resumo sobre a ocorrência. Esta informação pode ser importante principalmente quando o utilizador ainda não se encontrar na ocorrência, pois dá-lhe a informação de qual é o tipo e localização da ocorrência a aceder.

Resumo	
Código Ocorrência	NNNN
Tipo Ocorrência	<tipo ocorrência>
Localização	<localizacao>
LAT: xxxxxxxxx	LNG: xxxxxxxxx

Figura 19: Quadro resumo da ocorrência.

4.2.5 Menu de ocorrência

A partir do momento em que o utilizador acede a uma ocorrência através da aplicação, o menu de ocorrência deverá estar sempre presente na parte inferior do ecrã. Este menu de ocorrência deve conter as seguintes opções:

- Início – dá acesso à página principal da ocorrência, descrita na secção 4.2.6;
- Pontos de Situação – dá acesso à página de gestão de pontos de situação, descrita na secção 4.2.7;
- Meios – dá acesso à página de gestão de meios, descrita na secção 4.2.8.

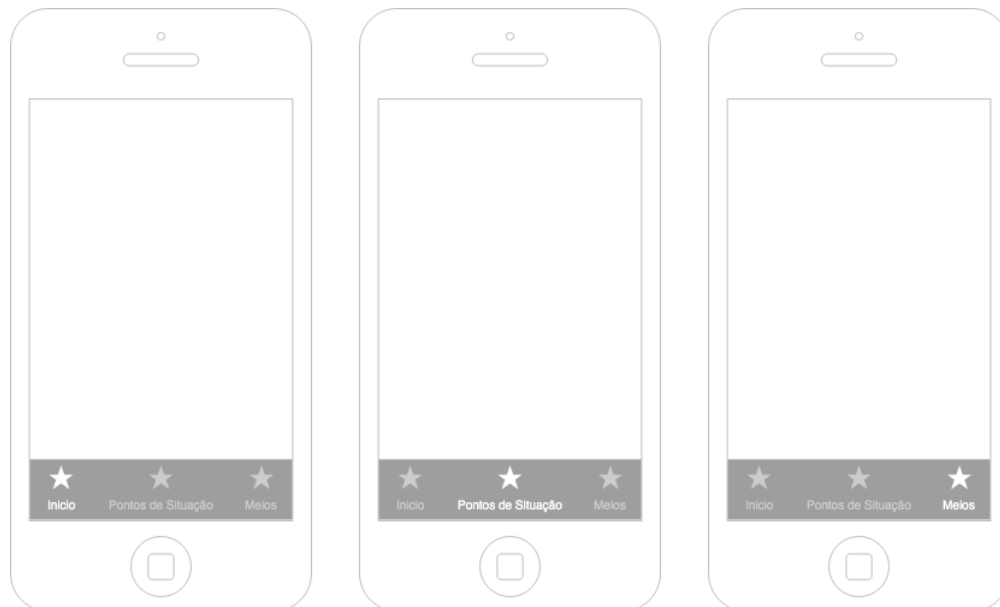


Figura 20: Menu de ocorrência. À esquerda destaca a página principal da ocorrência com a etiqueta “Início”. Ao centro destaca o acesso à página de gestão de pontos de situação, e à direita destaca o acesso à página de gestão de meios.

A disposição deste menu deverá ser semelhante ao disposto no *mockup* da Figura 20. O menu deve usar iconografia adequada e deverá destacar o ícone e o texto relativos ao contexto atual da aplicação.

4.2.6 Página principal da ocorrência

A página principal, além de conter o quadro resumo da ocorrência, deve conter um conjunto de botões que permitam realizar as principais ações relativas a uma ocorrência, bem como terminar o uso da aplicação. Assim, de entre as opções disponíveis na página inicial devem constar (Figura 21):

- “Caminho do local” – Disponível apenas quando a equipa ainda não se encontra no TO. Este é um botão expansível que, ao clicar (Figura 21), dá acesso às seguintes opções:
 - “Orientações” – Mostra um mapa que ajuda a equipa a deslocar-se até ao TO;
 - “Chegada ao local” – Atualiza automaticamente o estado da equipa para “No local” quando esta chega ao TO;
- Caso a equipa já se encontre no TO, o botão “Caminho do local” deve ser substituído por uma etiqueta com o texto “No local”;
- “Novo POSIT” – Permite ao utilizador registar e enviar um ponto de situação, mostrando formulários adequados de acordo com o tipo de ocorrência em que se encontra;
- “Atualizar Estado” – Permite ao utilizador atualizar o estado da equipa de acordo com uma lista de estados pré-definidos. No contexto do protótipo, apenas alguns desses estados são geridos automaticamente, podendo, na mesma, o utilizador escolher manualmente cada um deles. Em versões futuras, com a inclusão de algumas novas funcionalidades, a gestão dos estados das equipas pode revelar-se vantajosa;

- “Mapa” – Semelhante à opção “Orientações” acima descrita, esta opção permite ao utilizador abrir o mapa e usufruir de algumas das funcionalidades do mesmo;
- “Sair” – Fecha a aplicação.

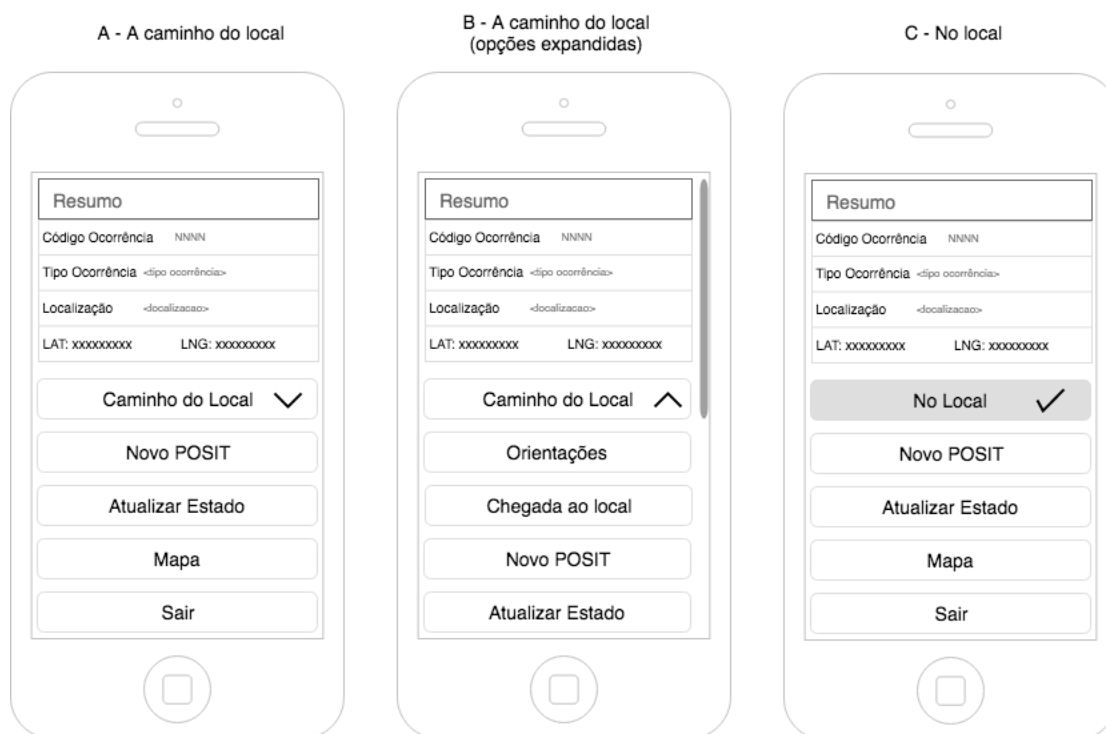


Figura 21: Página principal da ocorrência.

4.2.7 Página de gestão de pontos de situação

Na página de pontos de situação devem ser listados todos os pontos de situação com os dados recolhidos da ocorrência. Cada ponto de situação será um item clicável e deverá mostrar a data e hora a que foi registado, bem como o estado da ocorrência nesse mesmo momento (Figura 22). Ao clicar num ponto de situação, o utilizador deve ser encaminhado para o ecrã de visualização de detalhes do ponto de situação, descrito na secção 4.2.14.

No que diz respeito à ordem dos pontos de situação, estes devem ser mostrados por ordem decrescente relativamente à data e hora a que foram registados, apresentando os mais recentes no topo da lista.

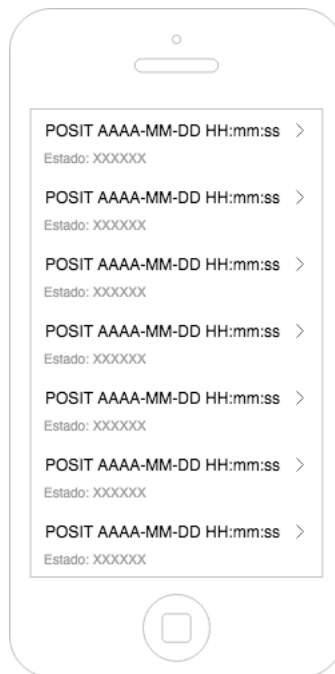


Figura 22: Listagem de Pontos de Situação.

4.2.8 Página de gestão de meios

Na página de gestão de meios devem ser listados todos os meios associados à ocorrência, independentemente do seu estado, ou de já terem sido desmobilizados. Assim, todos os meios que intervieram numa determinada ocorrência devem sempre ser apresentados na lista de meio dessa mesma ocorrência.

Os meios à disposição numa ocorrência podem não ser apenas bombeiros. Assim, no âmbito da descrição de requisitos e desenho de soluções poderão ser denominados por recursos. Além disso, podem também não ser apresentados apenas como Equipas/Veículos individuais, mas agrupados em Brigadas, Grupos ou Companhias. A apresentação agrupada dos recursos pode ser vantajosa em TO's onde se concentram um grande número de operacionais e veículos, incluindo Brigadas, Grupos ou Companhias de Reforço, pois, nestes casos, para uma gestão ou consulta de alto nível a partir do Posto de Comando Operacional (PCO), interessa mais saber qual o estado ou missão atual do grupo que está a trabalhar em conjunto e não de cada uma das equipas individualmente.

Cada recurso corresponderá a um item clicável da lista, o qual deve apresentar, em cima, o nome do recurso, e em baixo o estado atual do mesmo, como apresentado no

mockup da Figura 23. Ao clicar em cima de um recurso o utilizador deve ser encaminhado para o ecrã de visualização de dados dos recursos descrito na secção 4.2.15.



Figura 23: Listagem de recursos.

4.2.9 Orientações para a ocorrência

Uma das funcionalidades de elevada importância, de modo a reduzir o tempo de chegada ao local, é poder visualizar num mapa a localização da ocorrência bem como o trajeto até esse local. Assim, enquanto a equipa permanecer com o estado “A caminho do local”, deverá estar disponível a partir da página principal a opção “Orientações”. Através desta opção será mostrado um mapa com indicações para o local da ocorrência, previamente definido.

No topo do mapa devem estar presentes duas caixas de texto (Figura 24), sendo que o campo correspondente ao destino deve ser preenchido automaticamente com a localização da ocorrência e bloqueado para edição. O mapa indicará o trajeto mais rápido para o local da ocorrência de acordo com a localização atual da equipa. Caso o dispositivo esteja incapacitado de utilizar a funcionalidade de GPS, a primeira caixa de texto permite

ao utilizador inserir a localização atual por forma a calcular na mesma o trajeto para a ocorrência.

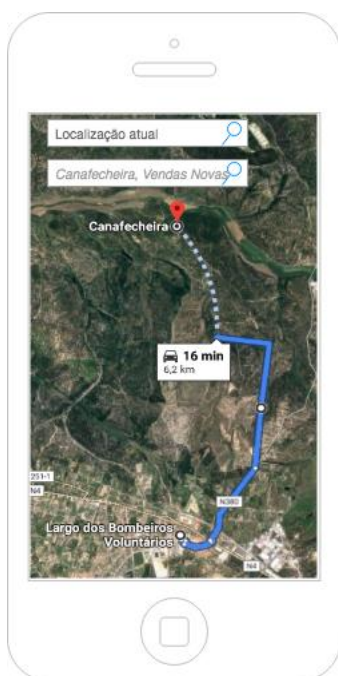


Figura 24: Orientações para o local da ocorrência.

4.2.10 Chegada da equipa ao TO

Na chegada ao local é importante, no caso de ser a primeira equipa a chegar, iniciar o reconhecimento o mais rápido possível. No entanto, é importante também que as entidades de coordenação da ocorrência, por exemplo os CDOS, tenham informação da hora de chegada ao local, o mais aproximada possível da realidade. Assim, enquanto a equipa permanecer com o estado “A caminho do local”, estará disponível na página inicial a opção “Chegada ao local”. Esta opção atualizará de imediato o estado da equipa para “No local”, e registará, associado a este estado, a data e hora atuais. Esta funcionalidade permite que o utilizador atualize rapidamente o seu estado e inicie o reconhecimento, poupando tempo, comparativamente à realização da mesma ação através da opção de “Atualizar Estado”, a qual requer mais cliques.

4.2.11 Enviar ponto de situação

Ao aceder à funcionalidade de envio de novo POSIT será apresentado ao utilizador um formulário específico para o tipo de ocorrência em que este se encontra, de acordo com o estabelecido pelos Guias de Comando do SGO (ANEPC, 2018).

De forma a simplificar o preenchimento de dados sobre a ocorrência, mas manter a mesma informação presente nos guias de comando do SGO, separou-se o formulário em vários grupos de dados organizados por *tabs*. A organização dos respetivos formulários é apresentada nas secções 4.2.11.1 a 4.2.11.4.

A forma como a aplicação deve mostrar diferentes formulários de acordo com o tipo de ocorrência deve ser baseada na NOP 3101/2009 (ANEPC, 2009), que define diferentes códigos de ocorrência para diferentes tipos de ocorrências. Uma vez que, no contexto da aplicação⁴ estão disponíveis os tipos de ocorrências e respetivos códigos, será possível apresentar dinamicamente diferentes formulários. Desta forma, os formulários a serem mostrados devem seguir as regras da tabela seguinte (Tabela 2).

Tabela 2: Mapeamento formulários de dados por classificação de ocorrência.

Regra (por código de ocorrência)	Formulário	Requisito
Código < 1400	Incêndio Florestal	Secção 4.2.11.2
1400 >= Código > 2000	Incêndio Estrutural	Secção 4.2.11.3
2000 >= Código > 3000	Acidente	Secção 4.2.11.1
6000 >= Código > 7000	Matérias Perigosas	Secção 4.2.11.4

4.2.11.1 Acidente

Caso a ocorrência em questão se trate de um acidente, a informação a ser registada e enviada deve estar de acordo com o formulário dos Guias de Comando do SGO (Figura 40;

⁴ Contexto de aplicação diz respeito, a recursos que estão acessíveis desde que a aplicação é iniciada até terminar a sua execução.

Anexo II). A organização da mesma, no contexto da aplicação, está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Organização de formulário de dados de acidentes.

Tab	Secção	Campo	Observações
Acidente	Acidente	Tipo de acidente	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none">• Despiste• Colisão• Outro
		Veículos	Veículos ligeiros
	Veículos pesados de mercadores		Campo numérico
	Veículos pesados de passageiros		Campo numérico
	Motociclos		Campo numérico
	Velocípedes		Campo numérico
	Encarcerados	Há Encarcerados?	Campo booleano
		Encarcerado Mecânico	Campo booleano Visibilidade dependente do campo “Há Encarcerados”
		Num. Encarcerados mecânicos	Campo numérico Visibilidade dependente do campo “Há Encarcerados”
		Encarcerado Físico Tipo I	Campo booleano Visibilidade dependente do campo “Há Encarcerados”
		Num. Encarcerados Físicos Tipo I	Campo numérico Visibilidade dependente do campo “Há Encarcerados”
		Encarcerado Físico Tipo II	Campo booleano Visibilidade dependente do campo “Há Encarcerados”
		Num. Encarcerados Físicos Tipo II	Campo numérico Visibilidade dependente do campo “Há Encarcerados”
	Via	Via	Estado da via
Sentido			De
		Para	Campo de texto
Vítimas	Vítimas	Feridos Leves	Campo numérico
		Feridos Graves	Campo numérico
		Desaparecidos	Campo numérico
		Mortos	Campo numérico

(Continuação Tabela 3)

Tab	Secção	Campo	Observações
Cargas	Veículo de Carga	Tipo de Carga	Campo de texto
		Afetação da Carga	Campo de texto
Meteorologia	Vento	Intensidade do Vento	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Muito Forte • Forte • Moderado • Fraco
	Humidade	Classificação da Humidade	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Alta • Baixa
Atuação	Faço	Atividade em curso	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Zona de Trabalhos • Abordagem das Vítimas • Estabilização • Criação de Espaço
Solicito	Comando	Necessita elemento de comando?	Campo booleano
	Equipas	Veículos de Combate	Campo numérico
		Veículos Tanque	Campo numérico
		Veículos de Apoio	Campo numérico
		Veículos Escada/Plataforma	Campo numérico
		Ambulâncias	Campo numérico
		Viatura Médica	Campo numérico
		Meios Aéreos	Campo numérico

4.2.11.2 Incêndio Florestal

Caso a ocorrência em questão se trate de um incêndio florestal ou similar, a informação a ser registada e enviada deve estar de acordo com o formulário dos Guias de Comando do SGO (Figura 41; Anexo II). A organização da mesma, no contexto da aplicação, está apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Organização de formulário de dados de incêndios florestais.

Tab	Secção	Campo	Observações
Incêndio	Incêndio	Estado do incêndio	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Ativo (Curso) • Dominado (Resolução) • Rescaldo (Conclusão) • Extinto (Finalizado)
	Local	Tipo de combustível	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Pinhal • Eucaliptal • Mato • Combustível Agrícola • Povoamento Misto
	Propagação	Tipo de propagação	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Superfície • Copas
	Intensidade	Intensidade do incêndio	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Fraca Intensidade • Muita Intensidade
	Declive	Declive do terreno	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Declive Acentuado • Declive Moderado • Declive Suave • Terreno Plano
Acessos	Nível de Acesso	Classificação do nível de acessos	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Sem Acessos • Difíceis • Bons
	Tipo de Acesso	Classificação do Tipo de Acessos	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Todo-o-terreno • Estradões • Estrada Asfaltada
Envolvente	Pontos Sensíveis	Tipo de pontos sensíveis	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Indústria • Comércio • Habitação
		Tem outros pontos sensíveis?	Campo booleano
		Outros	Campo de texto Visibilidade controlada pelo campo “Tem outros pontos sensíveis?”
Meteorologia	Vento	Intensidade do Vento	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Muito Forte • Forte • Moderado • Fraco
	Humidade	Classificação da Humidade	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Alta • Baixa

(Continuação Tabela 4)

Tab	Secção	Campo	Observações
Atuação	Faço	Atividade em curso	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Ataque Cabeça • Ataque Flancos • Defesa Ponto Sensível • Rescaldo
Solicito	Comando	Necessita elemento de comando?	Campo booleano
	Equipas	Veículos de Combate	Campo numérico
		Veículos Tanque	Campo numérico
		Veículos de Apoio	Campo numérico
		Veículos Escada/Plataforma	Campo numérico
		Ambulâncias	Campo numérico
		Viatura Médica	Campo numérico
		Meios Aéreos	Campo numérico

4.2.11.3 Incêndio Estrutural

Caso a ocorrência em questão se trate de um incêndio estrutural, a informação a ser registada e enviada deve estar de acordo com o formulário dos Guias de Comando do SGO (Figura 42; Anexo II). A organização da mesma, no contexto da aplicação, está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Organização de formulários de dados de incêndios estruturais.

Tab	Secção	Campo	Observações
Incêndio	Incêndio	Estado do incêndio	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Ativo (Curso) • Dominado (Resolução) • Rescaldo (Conclusão) • Extinto (Finalizado)
	Fogo à Vista	Visibilidade do incêndio	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Com fogo à vista • Sem fogo à vista
	Local	Tipo de propagação	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Habitação • Comércio • Indústria

(Continuação Tabela 5)

Tab	Secção	Campo	Observações
Incêndio	Local	Em outro local?	Campo booleano
		Descrição do local	Campo de texto Visibilidade controlada pelo campo “Em outro local?”
	Tipo de edifício	Classificação do edifício	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Unifamiliar • Hospital / Lar / Escola • Edifício de Grande altura • Militar / Segurança • Utilidade Pública
		Noutro tipo de edifício?	Campo booleano
		Descrição do edifício	Campo de texto Visibilidade controlada pelo campo “Noutro tipo de edifício?”
Pontos de Água	Pontos de Água	Tipo de propagação	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Horizontal • Vertical
		Tem hidrantes?	Campo booleano
		Tem outros pontos de água?	Campo booleano
		Outros pontos de água	Campo de texto Visibilidade controlada pelo campo “Tem outros pontos de água?”
Envolvente	Pontos Sensíveis	Tipo de pontos sensíveis	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Indústria • Comércio • Habitação
		Tem outros pontos sensíveis?	Campo booleano
		Outros	Campo de texto Visibilidade condicionada pelo campo “Tem outros pontos sensíveis?”
Atuação	Estratégia	Estratégia adotada	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Estratégia Defensiva • Estratégia Ofensiva
	Faço	Atividade em curso	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento • Salvamentos • Est. Meios de Ação • Proteção às Exposições • Rescaldo • Vigilância

(Continuação Tabela 5)

Tab	Secção	Campo	Observações
Solicitado	Comando	Necessita elemento de comando?	Campo booleano
	Equipas	Veículos de Combate	Campo numérico
		Veículos Tanque	Campo numérico
		Veículos de Apoio	Campo numérico
		Veículos Escada/Plataforma	Campo numérico
		Ambulâncias	Campo numérico
		Viatura Médica	Campo numérico
		Meios Aéreos	Campo numérico

4.2.11.4 Matérias Perigosas

Caso a ocorrência em questão se trate de um acidente com matérias perigosas, a informação a ser registrada e enviada deve estar de acordo com o formulário dos Guias de Comando do SGO (Figura 43; Anexo II). A organização da mesma, no contexto da aplicação, está apresentada na Tabela 6. Por motivos de gestão de tempo de desenvolvimento, este formulário não será incluído no protótipo.

Tabela 6: Organização de formulários de dados de acidentes com matérias perigosas.

Tab	Secção	Campo	Observações
Local	Caracterização	Tipo de local	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Via pública • Linha férrea • Edifício
		Descrição de local	Campo de texto
	Terreno	Descrição do terreno	Campo de texto
		Descrição da vegetação	Campo de texto

(Continuação Tabela 6)

Tab	Secção	Campo	Observações
Matéria Perigosa	Identificação	Número de perigo	Campo numérico
		Número ONU	Campo numérico
		Descrição Visual	Campo de texto
		Quantidade estimada	Campo numérico
	Não Identificada	Cheiro	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Sim • Não
		Cor	Campo de texto
		Origem	Campo de texto
		Tipo de cheiro	Campo de texto
		Outras informações	Campo de texto
Vítimas	Vítimas	Há vítimas?	Campo booleano
		Número de feridos leves	Campo numérico
		Número de feridos graves	Campo numérico
		Número de mortos	Campo numérico
	Sintomas	Principais sintomas	Campo de texto
Meteorologia	Vento	Direção do vento	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Norte • Noroeste • Oeste • Sudoeste • Sul • Sudeste • Este • Nordeste
		Intensidade	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Forte • Moderado • Fraco
		Velocidade	Campo numérico
	Precipitação	Há precipitação?	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Sim • Não
	Outros	Estado do céu	Campo de texto
		Temperatura	Campo numérico

(Continuação Tabela 6)

Tab	Secção	Campo	Observações
Via	Estado	Vias obstruídas	Campo booleano
		Número de vias obstruídas	Campo numérico Visibilidade controlada pelo campo “Vias obstruídas”
APC no local	Autoridade	Autoridade no local?	Campo booleano
		Autoridade	Seleção de um dos seguintes valores: GNR PSP
	Outros	INEM(VMER/SIV)	Campo booleano
		RSB	Campo booleano
		GIPS	Campo booleano
		Outros	Campo de texto
Atuação	Faço	Atividade em curso	Seleção de um dos seguintes valores: <ul style="list-style-type: none"> Proteção de exposições Desobstrução / Limpeza da Via Delimitação de Zonas / Corredores
Solicito	Comando	Necessita elemento de comando?	Campo booleano
	Equipas	Veículos de Combate	Campo numérico
		Veículos Tanque	Campo numérico
		Veículos de Apoio	Campo numérico
		Veículos Escada/Plataforma	Campo numérico
		Ambulâncias	Campo numérico
		Viatura Médica	Campo numérico
		Meios Aéreos	Campo numérico
		Outros	Campo de texto

4.2.12 Atualizar estado

Em ocorrências com elevado número de recursos é importante ter acesso ao estado de cada uma das equipas, brigadas, grupos ou companhias no TO. Para que tal seja, possível, deve existir forma de cada um registar o seu estado atual. Assim, a funcionalidade de atualizar o estado, fará parte de uma das opções presentes na página principal.

Clicando na opção “Atualizar Estado”, o utilizador será redirecionado para uma página onde são apresentados todos os estados possíveis (Figura 25). Nesta página o utilizador deverá seleccionar o estado que pretende registar para a equipa, brigada, grupo ou companhia à sua responsabilidade. Posteriormente deverá clicar no botão de enviar o estado, presente no canto inferior direito do ecrã (Figura 25).

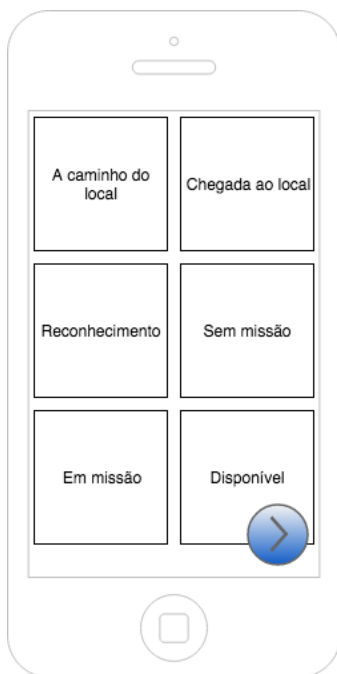


Figura 25: Atualização do Estado da equipa.

4.2.13 Mapa

Esta funcionalidade é semelhante à apresentada na secção 4.2.9, a qual indica as direções para o local da ocorrência. As principais diferenças entre ambas são que esta deve estar sempre disponível a partir da página inicial e não só para determinado estado da equipa, bem como deverá possibilitar ao utilizador introduzir também uma localização de destino (Figura 26). Assim, o utilizador pode, a qualquer momento, verificar trajetos para qualquer localização a partir da sua localização atual, ou de outra introduzida manualmente.

Futuramente, esta funcionalidade pode agregar a possibilidade de visualizar no mapa a localização dos recursos presentes no TO, bem como outras informações da ocorrência com georreferenciação.



Figura 26: Funcionalidade de Mapa da aplicação.

4.2.14 Visualizar POSIT

Para efeitos de consulta ou análise da evolução da ocorrência, ou verificação de determinados dados em certa altura da ocorrência, deverá existir a possibilidade de visualizar detalhadamente cada um dos pontos de situação registados. Assim, a partir da lista de pontos de situação especificada na secção 4.2.7, ao clicar num determinado POSIT da lista, o utilizador será encaminhado para a página de visualização dos detalhes desse POSIT.

Esta página deverá apresentar, no topo, a data e hora a que o POSIT foi registado. No *mockup* da Figura 27 estão apresentados todos os dados registados nesse momento.

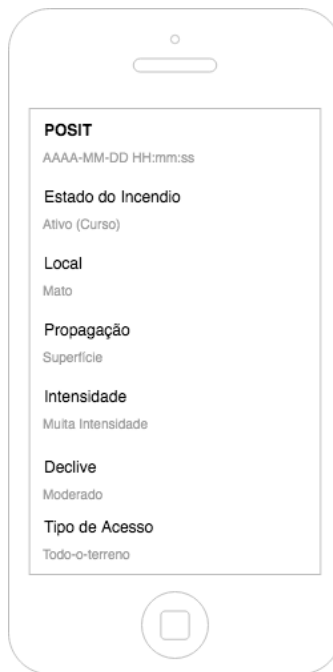


Figura 27: Detalhes de um Ponto de Situação.

4.2.15 Visualizar dados dos recursos

Para possibilitar ao utilizador visualizar a atividade de um determinado recurso, seja ele uma equipa, uma brigada, um grupo, ou uma companhia, deverá existir uma funcionalidade para a aceder a esses registos. Assim, a página de visualização de dados detalhados dos recursos deverá mostrar o histórico de atividade dos mesmos, tendo em conta a alteração de estado do mesmo ao longo do tempo.

No topo da página deve ser apresentado o nome do recurso em questão. Seguidamente, são listados os estados registados relativamente a esse recurso, indicando a hora a que esse registo ocorreu. A informação deve ser apresentada por ordem decrescente de tempo, mostrando primeiro as atualizações de estado mais recentes. O esquema desta página é apresentado no *mockup* da Figura 28.

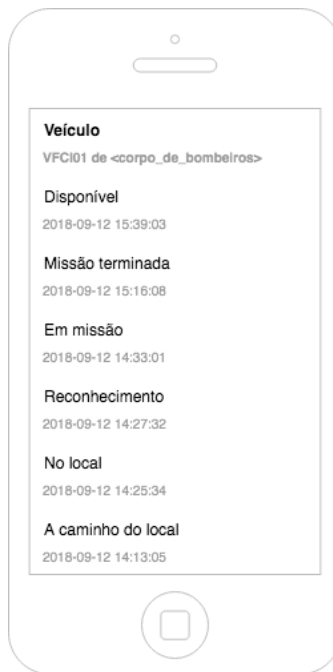


Figura 28: Dados de uma Equipa.

4.3 Requisitos não funcionais

Enquanto os requisitos funcionais apresentam comportamentos específicos que a aplicação deve incluir, os requisitos não funcionais são critérios que permitem avaliar o funcionamento do sistema, a interação entre este e o utilizador, entre outros. Para este trabalho, a aplicação móvel deve incluir os seguintes requisitos:

- Usabilidade: Segundo a norma ISO 9241-11 (ISO, 1998), é um critério que define se um produto pode ser usado por utilizadores específicos para alcançar objetivos específicos com eficiência e satisfação, num contexto específico. Esta métrica deve avaliar a facilidade com que os utilizadores conseguem realizar as tarefas a que a aplicação se destina e a satisfação dos mesmos com a forma como efetuaram essas tarefas;
- Fiabilidade: Esta métrica indica a probabilidade de um sistema funcionar durante um período de tempo, sujeito a determinadas condições (Lewis, 1994). No âmbito deste trabalho, trata-se de conseguir utilizar não só a aplicação móvel, mas o sistema como um todo sem que existam falhas;

- Disponibilidade: Estritamente ligada com a fiabilidade, este critério mede a percentagem de tempo que o sistema está em funcionamento sem quebras. Assim, quanto mais tempo o sistema for usado sem falhas, maior será a sua fiabilidade. Tendo em conta o fim a que se destina a aplicação, o sistema que suporta a mesma deve garantir uma elevada disponibilidade por forma a não comprometer os APC que a operam;
- Portabilidade: Critério não quantitativo, define a disponibilidade de uma determinada aplicação para ser utilizada em diferentes tipos de dispositivos;
- Suportabilidade: Este critério caracteriza a facilidade de manutenção de um sistema. Podemos dividi-lo em dois vetores:
 - Quanto mais configurável for um sistema, permitindo a adaptação de funcionalidade existentes a novos contextos, com o mínimo de desenvolvimento, maior será a facilidade de manutenção;
 - Relativamente aos paradigmas e padrões de desenvolvimento do sistema, a adoção das boas práticas de programação – como por exemplo modularidade, herança, encapsulamento ou polimorfismo – também garantem alguma qualidade de manutenção, pois permitem uma fácil adaptação a novos requisitos.

5. Desenho e implementação da aplicação

5.1 Desenho do sistema

Fazendo a aplicação móvel parte de um sistema distribuído que possibilitará a comunicação entre várias equipas no TO, é necessário que estas estejam conectadas em rede. No entanto, há possibilidade de nem todos os dispositivos afetos à ocorrência conseguirem estar conectados durante todo o período de tempo das operações, podendo haver alturas em que não têm rede ou estão desconectados pelas mais variadas razões. Contudo, é necessário que as informações enviadas em determinada altura possam ser acedidas mais tarde a partir de um dispositivo que se encontrava desconectado da rede na altura em que estas foram enviadas. Além disso, há também a necessidade de existência de uma entidade orquestradora da comunicação entre todos os dispositivos conectados às diversas ocorrências. Desta forma, é necessário a criação de um servidor, ou conjunto de servidores, que, entre outros requisitos técnicos, consiga:

- Garantir a persistência de dados;
- Efetuar processamento de dados;
- Gerir dados de referência da aplicação;
- Disseminar informação de forma correta;
- Orquestrar a comunicação entre todos os dispositivos ligados, às diversas ocorrências.

Dados os requisitos técnicos acima descritos, a fase de desenvolvimento pressupõe, não só o desenvolvimento de uma aplicação móvel, mas também o desenvolvimento de um sistema de informação mais complexo. Assim, este sistema deve contemplar um conjunto de aplicações *server-side* e bases de dados, que possam dar resposta a esses requisitos. A Figura 29 apresenta todos os componentes (e.g., servidores, aplicações, bases de dados) necessários, e respetiva interação entre eles, para a concretização do sistema. Os subcapítulos que se seguem descrevem cada um desses componentes pormenorizadamente.

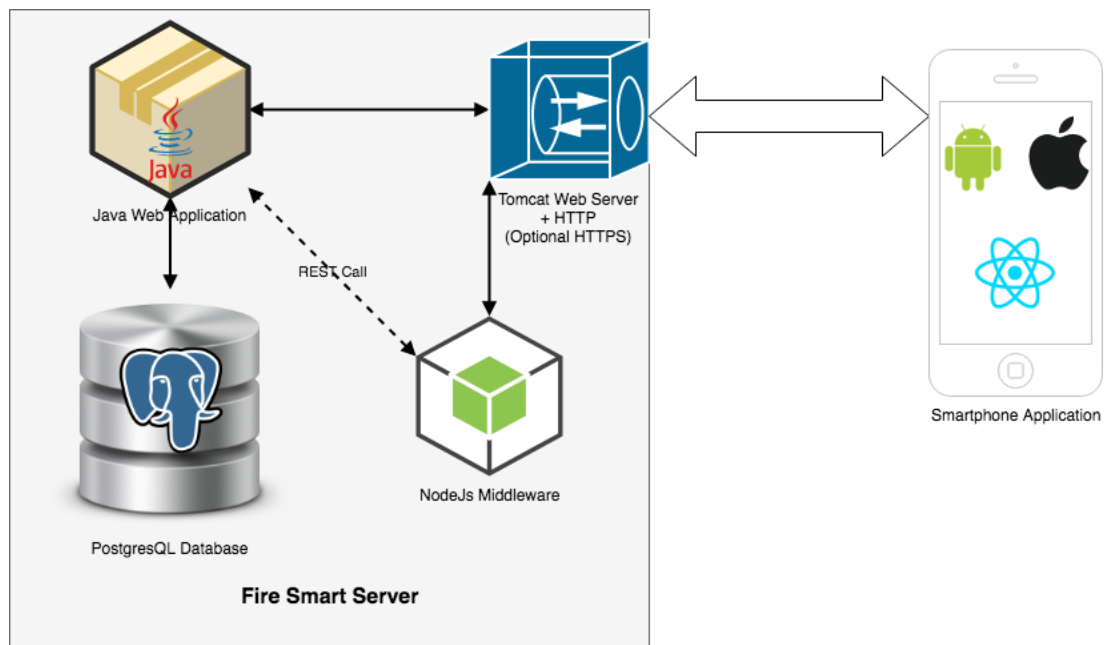


Figura 29: Diagrama físico de componentes do sistema.

5.2 Servidor

A orquestração anteriormente mencionada (secção 5.1) tem a ver com a possibilidade de ligação de cada um dos dispositivos a uma entidade central, a qual consiga fazer a gestão das ocorrências e ligar cada dispositivo à ocorrência pretendida. Após estabelecer a relação entre o dispositivo (representada, por exemplo, por uma equipa no TO), todos os dispositivos ligados a essa ocorrência devem poder comunicar entre si e aceder aos dados dessa mesma ocorrência mantendo-os isolados de outras ocorrências.

Para permitir o desenvolvimento desta unidade central é necessário, pelo menos, uma máquina que desempenhe o papel de servidor, o qual disponha de uma camada de *software* denominada *Web Server*. No caso do protótipo desenvolvido, optou-se por uma máquina virtual e o Web Server escolhido foi o Apache Tomcat Server.

5.2.1 Google Cloud Platform

A máquina virtual utilizada foi criada no Google Cloud Platform. O Google Cloud Platform (Google LLC, s.d.) consiste num conjunto de serviços de computação na *cloud*

disponibilizados pela Google. Estes serviços funcionam na mesma infraestrutura que a empresa utiliza para disponibilizar os seus próprios produtos aos utilizadores, tais como Youtube, Gmail, Motor de busca Google, Google Maps, entre outros.

De entre o conjunto de serviços do Google Cloud Platform podem destacar-se:

- **Compute** - Este pacote inclui produtos que permitem tanto o alojamento de aplicações *online* sem a necessidade de criar e gerir todas as configurações e recursos de um servidor, bem como a criação de máquinas virtuais na *cloud* (Google LLC, s.d.), entre outros. Estas máquinas virtuais permitem também disponibilizar soluções através da Internet, sem a necessidade de possuir uma máquina física, tal como feito neste projeto. A sua vantagem em relação aos outros serviços de disponibilização de aplicações *online* é permitir configurar o servidor e instalar pacotes *software* de acordo com a necessidade e preferência do cliente;
- **Data Analytics** - Este pacote inclui produtos que permitem análise de grandes volumes de dados, criação de fluxos e algoritmos de análise de dados, serviço avançado de base de dados e notificações, entre outros (Google LLC, s.d.);
- **AI & Machine Learning** - Conjunto de serviços de Inteligência Artificial (AI) e *Machine Learning* (Google LLC, s.d.);
- **Storage** - Disponibiliza um vasto leque de produtos de armazenamento, sejam eles bases de dados SQL e NoSQL, ficheiros, entre outros (Google LLC, s.d.).

5.2.2 Apache Tomcat Server

O Apache Tomcat Server é uma implementação *open source* do Java Servlet, JavaServer Pages, Java Expression Language e Java WebSocket. Tem como principal intuito a disponibilização de aplicações *web* desenvolvidas em Java através da rede. Sendo ele um servidor *web*, fornece uma implementação do protocolo HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) em Java. Através de algumas configurações adicionais pode-se também utilizar o protocolo HTTPS (*Hyper Text Transfer Protocol Secure*), que nada mais é que o protocolo HTTP com uma camada de segurança. No entanto, devido à necessidade de uso de

bibliotecas mais complexas e sofisticadas, no âmbito do desenvolvimento da aplicação *web* em Java, o produto final necessita de um servidor mais robusto (e.g., Java Application Server). Contudo, embora o Apache Tomcat seja um Java Web Server, com algumas configurações e bibliotecas adicionais, este pode funcionar como um Java Application Server (JavaPipe LLC, s.d.), suportando funcionalidades nas aplicações que executa.

5.2.3 Decisões acerca do servidor

No que diz respeito ao uso de uma máquina virtual, ao invés de usar apenas um serviço que disponibilizasse as aplicações necessárias na *web*, teve-se em consideração principalmente a possibilidade de uso e configuração de um sistema operativo e *software* à medida. Através da máquina virtual foi possível efetuar configurações específicas ao nível do sistema operativo para que este cumpra com as funcionalidades pretendidas e, além disso, permitiu instalar e configurar diversos serviços e pacotes de *software* e articular a integração e comunicação entre eles.

Outra vantagem da máquina virtual é que permite realizar qualquer tarefa e disponibilizar qualquer serviço que possa ser feito por uma máquina física, mas com um preço de aquisição muito mais baixo. Não há necessidade de adquirir o *hardware*, não é necessário configurar a rede para instalação do servidor, nem traz custos de consumos energéticos e tipicamente apenas se paga o tempo que esta está ligada em funcionamento. Outra grande vantagem tem a ver com a gestão dos recursos de *hardware*. Quando se adquire *hardware* para uma máquina física, este traz custos e se houver necessidade de aumentar as capacidades de memória, processamento ou até mesmo armazenamento, é necessário renovar o *hardware*, implicando mais custos que tipicamente não são baixos. Usando uma máquina virtual, o valor que é cobrado pelo tempo que a máquina está ligada está tipicamente relacionado com os recursos alocados à mesma em termos de memória, processamento e armazenamento. Tratando-se esta fase apenas do desenvolvimento de um protótipo e testes do mesmo, não há necessidade de grandes capacidades de processamento nem armazenamento, reduzindo-se os custos do uso da máquina. Quando for necessário aumentar os recursos da máquina, basta

apenas aceder às configurações da mesma, de forma a alocar mais recursos, e o pagamento a partir daí será feito com base nos recursos alocados.

Neste contexto, colocam-se ainda outras questões relacionadas com disponibilidade, redundância e segurança. O facto de se utilizar uma máquina na *cloud* garante uma disponibilidade da mesma na ordem dos 99%. Toda a responsabilidade de garantir essa disponibilidade, bem como redundância dos dados armazenados e a segurança de rede, está do lado do prestador do serviço. Ao contratar este serviço, o prestador de serviço compromete-se a garantir estas condições através do uso de serviços de alta fiabilidade e recursos que garantem estas condições, e que se tivessem que ser adquiridos individualmente aumentaria os custos de implementação.

Relativamente ao servidor Java utilizado, optou-se pelo servidor *web* Apache Tomcat sendo este um servidor relativamente simples e rápido de configurar. Além disso, possui uma vasta comunidade na *web* que apoia o desenvolvimento do mesmo, garantindo-lhe uma boa qualidade e dando suporte aos programadores e administradores de sistemas com artigos sobre instalação e configuração do mesmo. Apesar da solução que foi desenvolvida conter funcionalidades complexas e necessitar de um servidor aplicacional ao invés de um servidor *web*, é possível, como anteriormente referido, utilizar o Apache Tomcat com algumas funcionalidades de servidor aplicacional através de configurações de bibliotecas adicionais. Trata-se, pois, de uma vantagem ser possível fazer esse *upgrade* do Apache Tomcat e permitir executar funcionalidades específicas dos servidores aplicacionais Java. Tipicamente, os servidores aplicacionais mais robustos requerem mais recursos e são mais complexos de configurar.

5.3 Aplicação *Web* e Base de Dados

No que diz respeito à persistência dos dados enviados pelos dispositivos móveis foi necessário a construção de uma base de dados para guardar os mesmos. De entre várias opções disponíveis optou-se pela criação de uma base de dados relacional e uma aplicação Java para interagir com essa base dados. A aplicação em questão disponibiliza o acesso aos dados e operações sobre os mesmos através de *web services*.

5.3.1 Base de dados

O motor de base de dados escolhido foi o PostgreSQL. Este é um projeto *open source* para gestão de bases de dados relacionais e um dos SGBDs (Sistema de Gestão de Base de Dados) mais avançados, o qual permite grande eficiência em consultas complexas comparativamente a outras soluções disponíveis no mercado.

Segundo a 2ndQuadrant (2ndQuadrant, s.d.), este motor de base de dados conta com a aplicação dos conceitos ACID⁵ e assegura que se cumprem todos os requisitos. No que diz respeito ao SQL, cumpre com as principais características do SQL, sendo que das 179 funcionalidades requeridas pelo SQL:2011 cumpre com, pelo menos, 160. É amplamente usado em sistemas grandes, onde as velocidades de leitura e escrita são cruciais, e em que os dados necessitam ser validados, suportando ainda uma panóplia de otimizações que apenas são possíveis em soluções comerciais como o Oracle Database ou o SQL Server. Em termos de segurança, mantém uma estrutura baseada em *roles* e hierarquia para estabelecer e manter as permissões, além de que tem um suporte nativo para conexões SSL, as quais permitem cifrar a comunicação com a base de dados. Caso se pense em alojar a base de dados num serviço de *cloud*, ao invés de mantê-lo numa máquina virtual à medida, estes tipos de bases de dados são suportados pela maior parte dos grandes fornecedores de serviços *cloud*, tais como, Amazon, Google, Microsoft, Heroku, entre outros.

Escolheu-se este motor de base de dados pelas características acima descritas, e principalmente devido a:

1. Mais experiência de desenvolvimento com bases de dados SQL, comparativamente a bases de dados NoSQL, por parte do programador;
2. Boa eficiência em processamento consultas complexas e com grande volume de dados;

⁵ ACID – conjunto de propriedades que devem ser garantidas durante uma transação de dados, em que cada letra corresponde a uma dessas propriedades (A – Atomicidade; C – Consistência; I – Isolamento; D – Durabilidade)

3. Grande rapidez na leitura e escrita dos dados;
4. O facto de ser *open source*, reduz os custos de desenvolvimento do protótipo;
5. Se, por algum motivo, no futuro for necessário migrar para uma base de dados SQL comercial, o facto de ser uma base de dados SQL possibilita uma fácil migração dos dados, e adaptação das aplicações às quais está ligada.

O modelo de dados desenhado para dar resposta às funcionalidades descritas na secção 4.2, encontra-se expresso no diagrama entidade-relação da Figura 30 (detalhado Figura 44; Anexo III). Cada uma das entidades presentes no diagrama corresponde a um tipo de informação presente na aplicação final, estando essa relação identificada na Tabela 7.

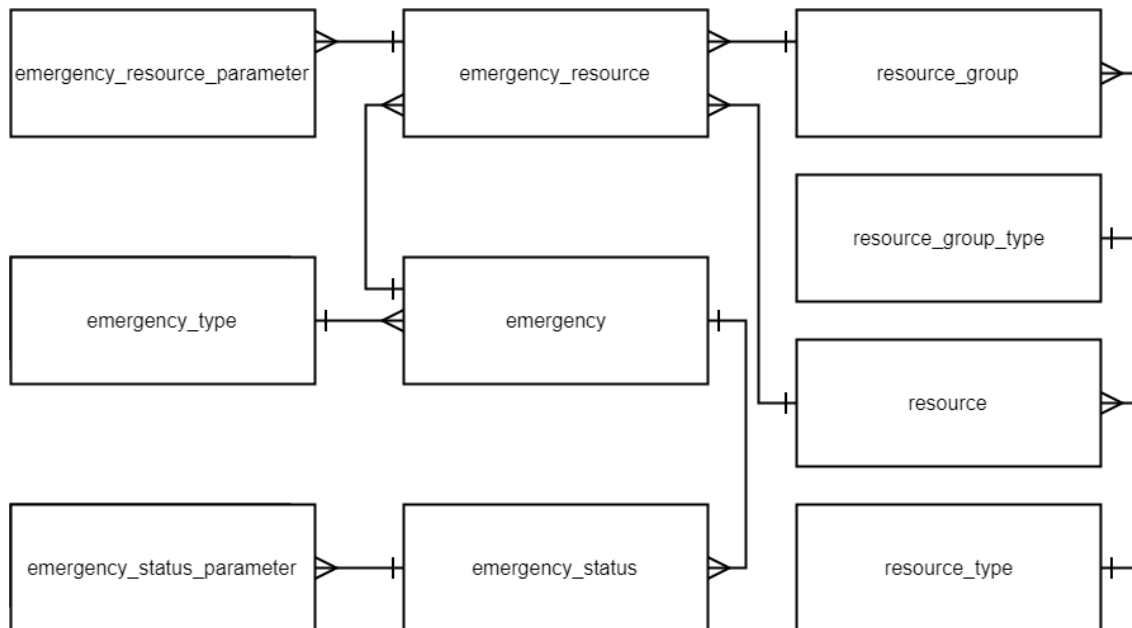


Figura 30: Modelo de dados.

Tabela 7: Descrição das entidades do modelo de dados.

Entidade	Descrição
resource_type	Dados de referência. Define os diferentes tipos de recursos que podem estar numa ocorrência, tais como: Bombeiros, FEPC (Força Especial de Proteção Civil), Sapadores Florestais, GIPS, GNR, Exército, INEM, Meios Aéreos, etc.
resource	Dados de referência. Define os recursos disponíveis e que podem operar a aplicação. Cada um destes recursos, diz respeito, por exemplo, a um veículo específico de um determinado CB. Caso a aplicação cresça e venha a ser utilizada por outros APC, é possível facilmente adaptar esta entidade para gerir os meios desses agentes.
resource_group_type	Dados de referência. Entidade não utilizada para nenhuma das funcionalidades presentes no protótipo, pois foi pensada para dar resposta a funcionalidades necessárias em TO's que atinjam fases mais avançadas do SGO, as quais não foram incluídas para já. No entanto, esta entidade deve conter informação sobre possíveis configurações de grupos de apoio às ocorrências, tais como Brigada, Grupo, Companhia.
resource_group	Dados de referência. Relacionado com a entidade anterior; esta entidade deve conter informação sobre as Brigadas, Grupos ou Companhias específicas que se deslocam para os TO's.
emergency_type	Dados de referência. Esta tabela contém informação acerca de todos os tipos de ocorrências possíveis, segundo as normas operacionais da ANEPC (ANEPC, 2009).
emergency	Contém registo de todas as ocorrências, abertas ou fechadas, que podem ser acedidas, ou possam ter sido acedidas no passado, através da aplicação.
emergency_resource	Regista os recursos associados às ocorrências. Cada registo nesta entidade deve corresponder a um registo na entidade "resource" e estar ligado a um registo na entidade "emergency".
emergency_resource_parameter	Regista as alterações de estado de cada um dos recursos associados a uma ocorrência. Cada registo da entidade "emergency_resource" poder ter associado a si várias alterações de estado, ou outras informações que se venham revelar relevantes. A cada um destes registos está sempre associada uma referência temporal.
emergency_status	Regista os vários POSIT de cada ocorrência. Cada registo desta entidade diz respeito a um POSIT enviado e está ligado a um registo da entidade "emergency". Além disso, tem sempre associado a ele uma referência temporal.
emergency_status_parameter	Associados à entidade "emergency_status", cada registo desta entidade corresponde a um determinado parâmetro selecionado no POSIT. Cada peça de informação presente num POSIT, corresponde a um registo nesta entidade e está ligado ao respetivo registo da entidade "emergency_status".

5.3.2 Aplicação web

Com o intuito de permitir o acesso à base dados e efetuar consultas e operações de modificação dos dados foi desenvolvida uma aplicação *web* em Java, denominada Fire Smart Server. Esta aplicação conta com o uso de alguns componentes em Java, os quais fazem parte da *framework* de desenvolvimento Spring, que facilitam e automatizam em grande parte a interação com a base dados, bem como a disponibilização das operações necessárias através de *web services*. O seu principal objetivo é permitir a interação com a base de dados e fornecer *web services* que permitam ler, criar, editar e eliminar dados nessa mesma base dados. Através de serviços simples disponibilizados para o exterior, ela possibilita fazer uso da base de dados anteriormente especificada.

O diagrama da Figura 31 apresenta as principais camadas e módulos que constituem a aplicação. Além disso, são também representados alguns dos componentes da *framework* Spring que foram usados no desenvolvimento (e.g., REST, JPA). De seguida são descritos cada um dos módulos representados no diagrama da Figura 31:

- Model - Contém a representação em objetos Java (Filho, 2005) para os registos das entidades representadas na Figura 30 e as respetivas ligações entre eles. Para cada registo de uma determinada entidade existe uma instância do objeto correspondente, mantendo os mesmos atributos anteriormente identificados. Para agilizar a interação entre estes objetos Java e os dados presentes na base dados, recorreu-se ao JPA, um componente fornecido pela *framework* Spring e que permite, através de simples anotações nas classes que definem os objetos, fazer um mapeamento entre estes e as entidades da base de dados, bem como dos respetivos atributos. Este módulo é transversal a toda a aplicação, de forma a que todos os outros módulos possam trabalhar sobre os dados, tais como, expô-los para o exterior, processá-los e lê-los ou escrevê-los na base de dados;
- Repository - Executa as funcionalidades de leitura e escrita na base de dados. Em conjunto com o módulo “Model” e o componente JPA, este módulo consegue facilmente interagir com a base de dados através do uso de

interfaces simples fornecidas pelo JPA. Usufruindo das funcionalidades fornecidas pelo JPA e das anotações inseridas nos objetos pertencentes ao “Model”, este módulo consegue facilmente ler os registos da base de dados e carregá-los no respetivo objeto, bem como guardar na base de dados alterações feitas aos objetos e até mesmo eliminá-los. Sem o uso do JPA, este processo poderia ser moroso, havendo a necessidade de escrever consultas e operações de alteração de dados em SQL para cada uma das entidades, bem como de fazer o respetivo mapeamento de dados entre as entidades e os objetos. Este processo, aumentaria consideravelmente o tempo de desenvolvimento, o qual em muitos casos, pode representar custos elevados;

- Services - Esta camada efetua a ligação entre o repositório de dados e as funcionalidades disponíveis no controlador e, segundo a notação SOA (*Service Oriented Architecture*) (Kodali, 2005), compete-lhe disponibilizar as funcionalidades em forma de serviços. Neste projeto, o acesso aos dados e modificações dos mesmos foi disponibilizado por meio de serviços, de forma a isolar cada uma das funcionalidades em unidades independentes. Por outro lado, pretende-se separar a lógica do acesso aos dados, bem como disponibilização dos mesmos para o exterior. Logo, esta camada será responsável pela execução de lógica de processamento necessária sobre dados, antes da escrita ou após a leitura por parte da camada “Repository”. Segundo o diagrama da Figura 31, pode assumir-se que a camada “Services” consome serviços e funcionalidades da camada “Repository” e, a camada “Services” disponibiliza serviços à camada “Controller”;
- Controller - O módulo “Controller” apresenta-se numa camada acima do módulo “Services”, consumindo os serviços por ele disponibilizados. Esta camada serve essencialmente para disponibilizar para o exterior as funcionalidades disponibilizadas pelo módulo “Services”. Para a disponibilizar os serviços para o exterior utilizou-se *web services* REST (*Representational State Transfer*). O desenvolvimento destes *web services* usufruiu também de

um componente disponibilizado pela *framework* Spring, o qual permite, através de simples anotações nos métodos que definem os serviços, aceder diretamente a propriedades dos pedidos e das respostas do protocolo HTTP. Além disso, permite ainda, através das mesmas anotações, fazer um mapeamento dos métodos de acordo com os parâmetros do pedido;

- Security - Esta camada simplesmente define a segurança e acessos à aplicação Fire Smart Server, identificando quais os serviços e recursos da aplicação que podem ser acedidos e por quem podem ser acedidos;
- Util - Módulo complementar que disponibiliza funcionalidades comuns a todos os módulos.

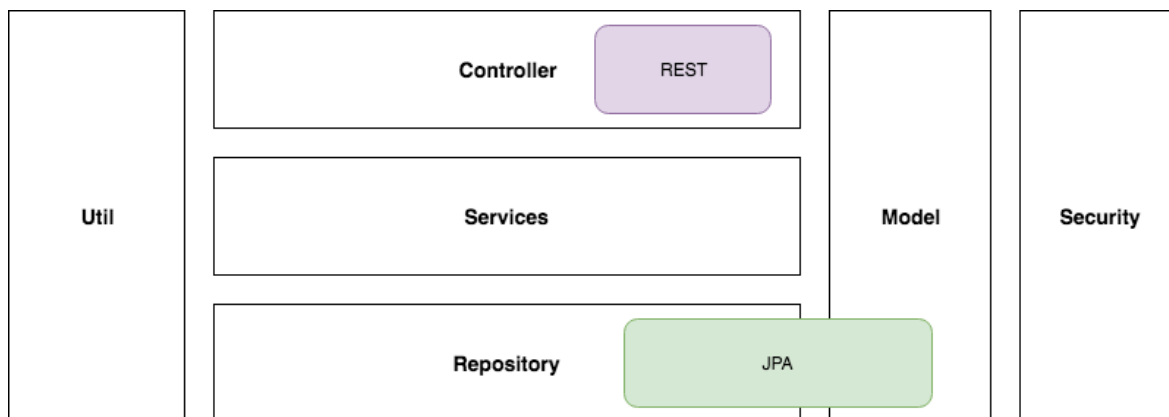


Figura 31: Diagrama de camadas da aplicação Fire Smart Server.

5.3.3 REST

No que diz respeito ao tipo de *web services* utilizado para expor os serviços, optou-se pelo REST, tendo em conta a sua simplicidade e orientação a ações sobre dados (Codecademy, s.d.). Outra alternativa seria o padrão SOAP, contudo, este baseia-se principalmente em pedidos através de envelopes em formato XML no corpo da mensagem. Esses envelopes devem conter toda a informação sobre o pedido, incluindo os dados e o método do serviço que se pretende aceder. Uma vez que se pretende rapidez e baixa complexidade nos pedidos, o REST apresenta-se como melhor opção, pois utiliza mensagens menos complexas comparativamente ao padrão SOAP, não necessitando de

processar os envelopes XML. E ainda, ao invés de se indicar o método do serviço que se pretende executar no envelope XML, ou seja no corpo do pedido HTTP, esta informação é enviada nos cabeçalhos do pedido, reduzindo, assim, o tamanho da mensagem.

Além disso, o REST permite o envio de dados em formato JSON diretamente no corpo da mensagem. Uma vez que o pacote de *software* que irá consumir estes serviços será desenvolvido em JavaScript, linguagem que consegue fazer uma eficiente conversão entre as suas estruturas de dados e dados em formato JSON, consegue-se uma maior rapidez no envio dos pedidos, bem como na conversão dos dados nas respostas para as estruturas de dados da aplicação cliente.

A Figura 32 apresenta o diagrama da interação entre os principais módulos da aplicação para dar resposta aos pedidos feitos aos serviços REST. Qualquer aplicação cliente que consiga criar pedidos segundo o protocolo HTTP, consegue fazer pedidos a esta aplicação mediante preenchimento dos cabeçalhos adequados, bem como do corpo da mensagem, caso seja necessário para o serviço em questão.

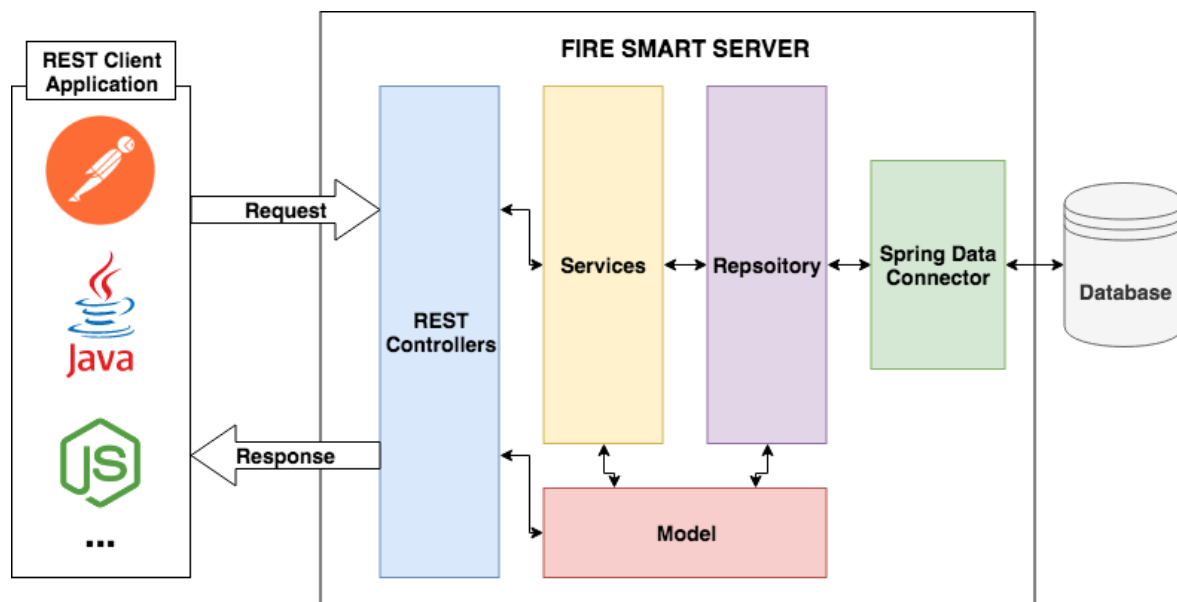


Figura 32: Diagrama de interação - acesso aos dados via REST.

5.4 *Middleware*

Visto a aplicação móvel necessitar de automatismos e funcionalidades mais complexas no que diz respeito aos dados e não apenas à leitura e escrita dos mesmos *on demand*, foi necessário o desenvolvimento de um *middleware*. É de notar que à semelhança da aplicação *web* “Fire Smart Server” (secção 5.3.2), este *middleware* é uma aplicação que será executada do lado do servidor. O nome dado a este componente do sistema foi “Fire Smart Apollo Server”. O seu nome foi baseado na biblioteca “Apollo Server” e que dá suporte às principais funcionalidades fornecidas por este *middleware*.

Esta peça de *software* tem como principal objetivo fazer uma ponte entre a aplicação móvel e a aplicação servidor (Fire Smart Server), e fazer transformações necessárias aos dados para que ambas possam usá-los. Além disso, caso a aplicação no futuro passe para produção para ser usada em contexto real, e seja necessário comunicar com outras plataformas, esta componente será fundamental. A sua existência permitirá no futuro integrar outros sistemas externos que necessitem dos dados registados na aplicação, ou até mesmo, que a aplicação utilize dados de fontes externas (e.g., SADO), reduzindo deste modo as incompatibilidades nas estruturas e tipos de dados. Assim, este *middleware* poderá ser o responsável por essa integração, fazendo a gestão da comunicação dos dados entre as aplicações móveis (Fire Smart Mobile – secção 5.5), as aplicações servidor (Fire Smart Server) e esses tais sistemas externos.

Outra razão que levou ao desenvolvimento deste *middleware* está relacionada com os automatismos abordados anteriormente. Devido à possibilidade de existirem várias equipas a trabalhar em conjunto e, conseqüentemente, a submeterem dados dentro da mesma ocorrência, torna-se necessário que a aplicação móvel seja constantemente atualizada por forma a ter sempre os dados mais atualizados em todos os dispositivos conectados. Uma das formas de ultrapassar este problema será preparar a aplicação móvel para solicitar atualizações de dados da ocorrência a cada período de tempo. No entanto, esse processo pode tornar-se pouco eficiente quando se pretende ter os dados atualizados o mais rápido possível, pois os dados só são recebidos no momento em que a aplicação faz o pedido de atualização. Há ainda a possibilidade de reduzir o intervalo de

tempo com que são feitos os pedidos, podendo este ser de 1 segundo ou inferior. Contudo, este processo iria gerar uma quantidade de tráfego absurda e muitos dos pedidos seriam em vão, pois estariam a ser feitos pedidos quer existissem ou não novos dados no servidor, podendo inclusive degradar a resposta de serviço (e logo a respetiva qualidade). Assim, optou-se por uma solução de baseada no padrão Pub/Sub (*Publish/Subscribe*) (Figura 33).

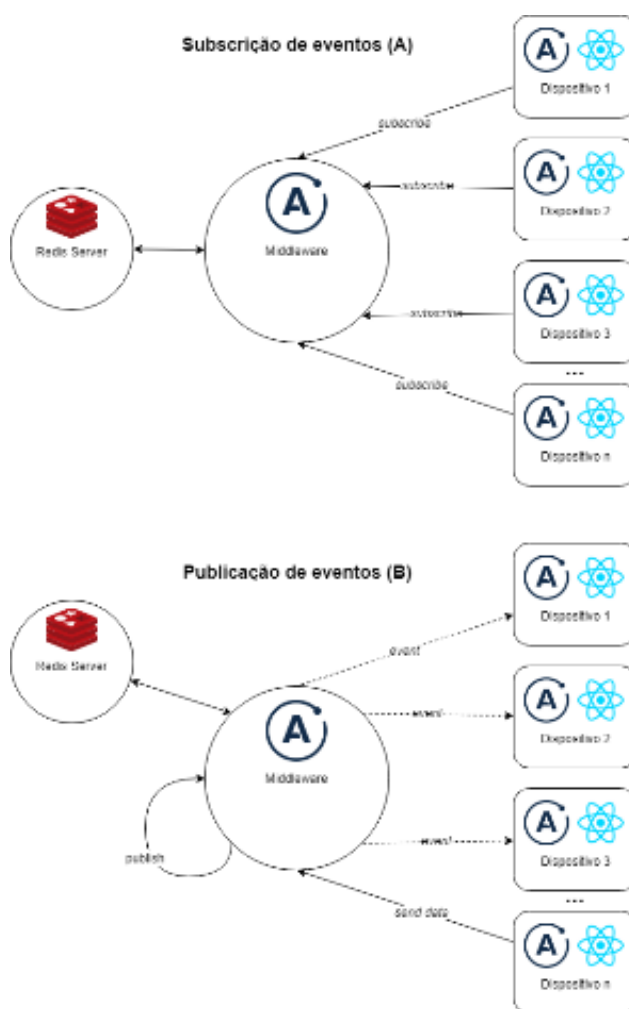


Figura 33: Diagrama de padrão Pub/Sub aplicado ao *middleware*.

Quando um dispositivo acede a determinada ocorrência inscreve os eventos de novos dados acerca dessa ocorrência e abre um *socket* para receber os dados quando houver atualizações. No que diz respeito ao *middleware*, este deve implementar

funcionalidades específicas para gerir que dados devem criar esses eventos e quais eventos devem ser publicados. Para ajudar a gerir quais os dispositivos que registaram que eventos, utilizou-se um pacote de *software* adicional integrado com este *middleware*, denominado Redis Server (RedisLabs, s.d.).

Este *middleware* foi desenvolvido na linguagem JavaScript, implementando a estrutura necessária para correr no interpretador NodeJS. No que diz respeito a componentes e bibliotecas externas, este utiliza:

- Apollo Server - Esta biblioteca quando utilizada em conjunto com o Apollo Client do lado da aplicação cliente, que neste caso será a aplicação móvel, permitirá uma fácil e rápida comunicação entre a aplicação cliente e o servidor. O Apollo Server contém *interfaces* de cliente REST, que simplificam as chamadas aos serviços REST, diminuindo em muito o esforço da integração com os mesmos. Parte do desenvolvimento necessário para o envio do pedido e tratamento da resposta é fornecido pela biblioteca, facilitando a integração deste *middleware* com a aplicação “Fire Smart Server”. A integração entre o *middleware* “Fire Smart Apollo Server” e a aplicação “Fire Smart Server”, bem como a comunicação entre o *middleware* e a aplicação móvel, são apresentados no diagrama da Figura 34. O Apollo Server disponibiliza essencialmente as funcionalidades:
 - Query – Permite à aplicação cliente efetuar consultas de dados no servidor, segundo determinados parâmetros de entrada pré-estabelecidos. As estruturas de dados devolvidas na consulta devem ser definidas pelo servidor, associando a uma determinada consulta um conjunto de dados de retorno;
 - Mutation – Garante ao cliente a realização de operações de alteração de dados no servidor, definindo para cada uma destas operações quais os parâmetros de entrada e as estruturas de dados de retorno;

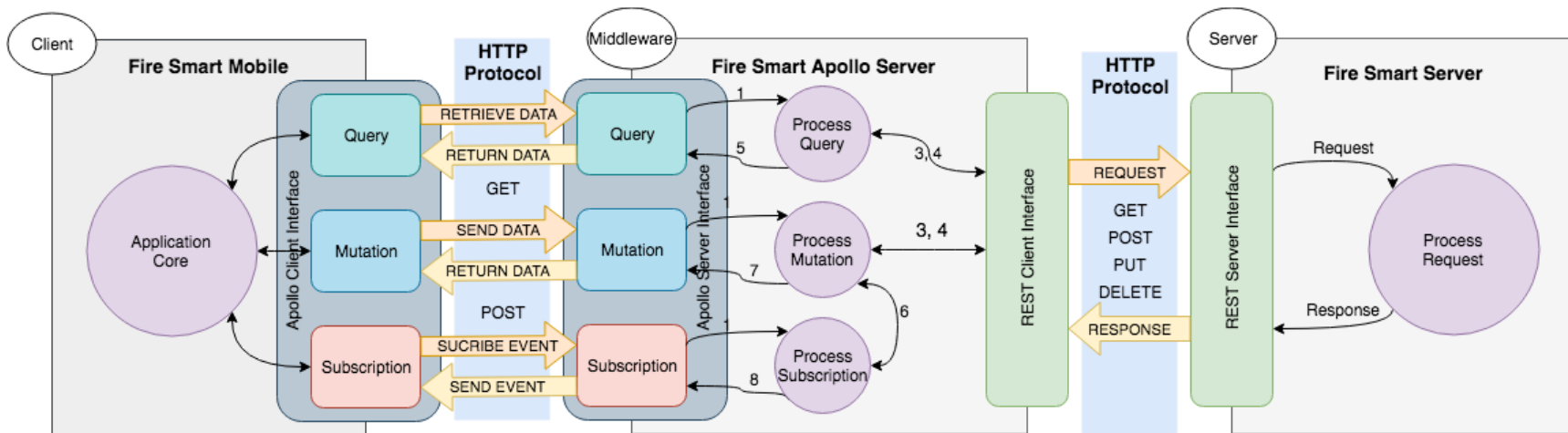


Figura 34: Diagrama de fluxo de pedidos e respostas em aplicações.

- Subscription – Possibilita o uso da funcionalidade Pub/Sub anteriormente mencionada. Assim, é possível no lado do servidor definir quais as subscrições que podem ser efetuadas pela aplicação cliente. Esta funcionalidade deve definir para cada subscrição disponível quais os parâmetros de entrada e quais representam filtros dentro dos eventos que o utilizador quer receber. Além disso, deve ser, ainda, especificada a estrutura de dados de retorno, a qual permite definir para cada subscrição/evento que dados serão enviados para o cliente;
- GraphQL – Segundo Khachatryan (Khachatryan, 2018), é uma linguagem usada para descrever consultas de dados e geralmente é usada para carregar dados em aplicações clientes a partir de um servidor. Desenvolvida pela Facebook em 2012, esta é uma das mais modernas formas de construir e consultar APIs, e que conta com as seguintes características: permite ao cliente especificar exatamente que dados pretende; torna mais fácil agregar dados de múltiplas fontes; e, usa o tipo *system* para descrever os dados. Dada a sua versatilidade e o facto de ser a forma indicada de utilizar a biblioteca Apollo Server, foi a linguagem usada para descrever as Queries, Mutations e Subscriptions anteriormente descritas. Uma grande vantagem do uso do GraphQL é que este consegue, num único pedido, recolher uma quantidade de informação que, em comparação com o REST, necessitaria de múltiplos pedidos. No caso do “Fire Smart Apollo Server” para alguns pedidos no GraphQL são executados múltiplos pedidos ao “Fire Smart Server”, através de REST, e no final são agregados dados dos diferentes pedidos REST.

5.5 Aplicação Móvel

Apesar de terem sido desenvolvidas algumas soluções para correr em contexto de servidor, sem dúvida que a aplicação móvel é a parte mais importante do sistema, tendo sido ela a razão da realização deste trabalho. Em relação ao tipo de aplicação

desenvolvida, optou-se pelo desenvolvimento de uma aplicação híbrida, pois permite uma fácil exportação para os sistemas operativos Android e iOS consoante as necessidades (secção 2.3.2). As principais razões pelas quais se optou pela abordagem de uma aplicação híbrida são enunciadas no diagrama da Figura 35. Na figura (Figura 35) estão representadas algumas das vantagens e desvantagens do uso de aplicações nativas e de aplicações *web* (descritas na secção 2.3.2), comparativamente às vantagens das aplicações híbridas, as quais juntam o melhor dos dois mundos.

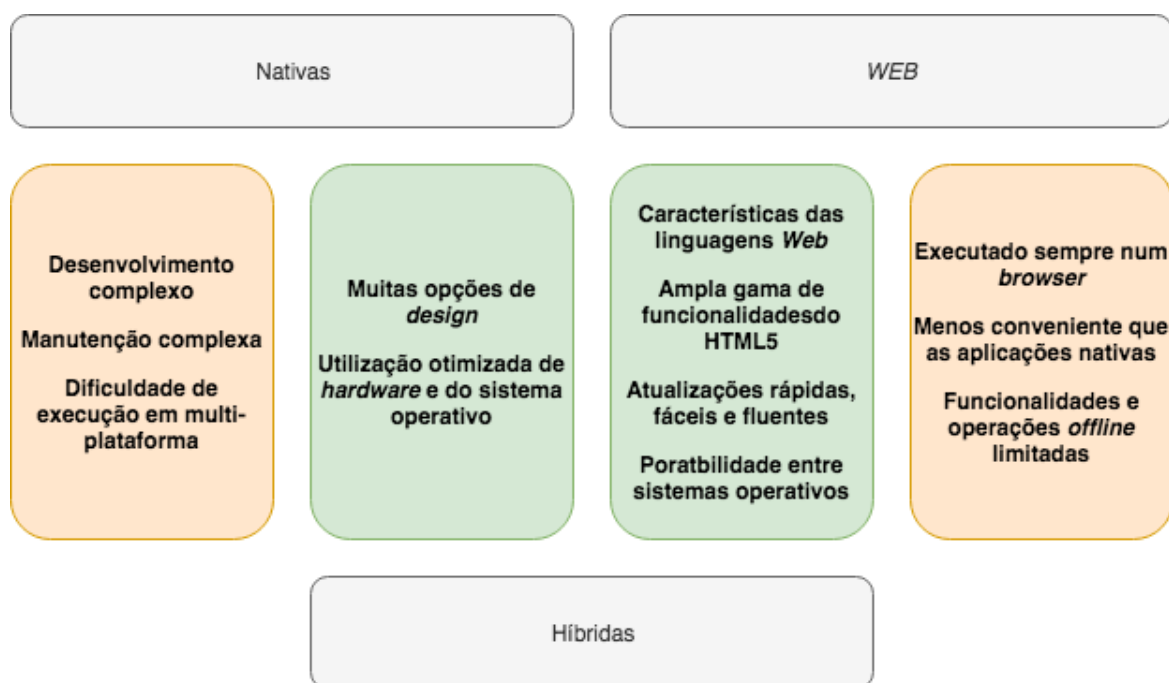


Figura 35: Vantagens e desvantagens das aplicações Nativas e Web vs Vantagens das aplicações Híbridas.

Relativamente a *frameworks* e bibliotecas usadas no desenvolvimento, utilizou-se a React Native (secção 2.3.3.6), para o desenvolvimento do *core* da aplicação, e a biblioteca Apollo Client, para comunicação com o *middleware*, no âmbito da realização de consultas, envio de dados e subscrição de eventos. Ainda relacionado com a biblioteca Apollo Client, foi usada a linguagem GraphQL para a realização das operações anteriormente descritas, através das funcionalidades Query, Mutation e Subscription. O funcionamento do Apollo Client em conjunto com o Apollo Server, implementado no *middleware*, encontra-se especificado na secção 5.4 e representado no diagrama da Figura 34.

O trabalho desenvolvido nesta aplicação, à qual foi dado o nome “Fire Smart Mobile”, baseou-se essencialmente na implementação das funcionalidades especificadas na secção 4.2. Contudo, uma vez que se trata de um protótipo, deu-se especial atenção à funcionalidade e usabilidade e descartou-se, para já, medidas de segurança, controlo de acesso e visibilidade sobre os dados bem como perfis e permissões. De acordo com o especificado nos requisitos não funcionais (secção 4.3), foram considerados alguns fatores de boa usabilidade, alguns deles já apresentados na descrição das funcionalidades e outros omissos, tais como:

- Principais funções de fácil acesso – A apresentação das funções mais importantes, a cada momento, a partir da página principal da aplicação, pode facilitar o uso da aplicação e diminuir o tempo de acesso às mesmas;
- Operação com etiquetas explícitas – O uso de texto simples e explícito nos botões de cada uma das funcionalidades e formulários ajuda os utilizadores a aceder mais rapidamente a funções pretendidas, bem como preencher corretamente os dados solicitados;
- Iconografia adequada – Além das etiquetas explícitas em botões e formulários, o uso de ícones apropriados, tanto nos botões como nos formulários, ajuda a perceber mais facilmente o que se pretende, ou qual a intenção da funcionalidade. Esta opção pode fazer a diferença, essencialmente em utilizadores com mais experiência no uso da aplicação, pois acabam por associar automaticamente os ícones a determinadas ações, e não necessitam perder tempo a ler as etiquetas para realizar determinada ação, poupando assim tempo no uso da aplicação.

Contudo, todas as considerações de usabilidade acima descritas, servem também para apoiar utilizadores com menos experiência a utilizar a aplicação.

6. Testes

6.1 Preparação

De modo a reunir um conjunto de indivíduos interessados em testar a usabilidade da aplicação, incluiu-se no final do inquérito de estudo de viabilidade de implementação uma secção onde se explica qual o âmbito e objetivo do protótipo e solicita aos interessados em participar nos testes que deixem o seu e-mail (Anexo I). No final do desenvolvimento do protótipo, todos os interessados (252 inquiridos – 58% da amostra) foram notificados através de e-mail para realizar os testes de usabilidade. Desses 252 interessados, apenas 50 interagiram de alguma forma com a plataforma de testes, e só 22 responderam ao inquérito de avaliação final.

Os cenários de teste baseiam-se na simulação de situações reais de ocorrências, onde o indivíduo que está a testar desempenha o papel de chefe da primeira equipa a chegar à ocorrência. Cada teste conta com um conjunto de atividades a serem desempenhadas pelo utilizador, de acordo com o possível decorrer da ocorrência em questão. Sendo que o protótipo suporta neste momento 3 tipos diferentes de ocorrências (incêndios florestais/rurais, incêndios em infraestruturas e acidentes rodoviários), no que diz respeito ao envio de POSIT's, para cada interessado em testar a aplicação foram criadas 3 ocorrências na base de dados, uma de cada tipo. A criação de diferentes ocorrências, e de diferentes tipos, para cada indivíduo que testa a aplicação tem como objetivo que cada um possa testar o cenário da ocorrência desde o início, sem conflitos de dados de outros utilizadores, e para que estes possam decidir qual, ou quais, os tipos de ocorrências que irão testar.

As atividades a desempenhar encontram-se especificadas num guia de teste que foi disponibilizado através de uma página *web*, que pode ser acedida através do endereço <http://35.189.192.6:8080/fire-smart-testing-portal/test/guide>. Na página de entrada do guia de teste (Figura 36), após o preenchimento do e-mail que indicou no inquérito e seleção do tipo de ocorrência que pretende simular, o utilizador é encaminhado para o

respetivo guia de teste. No guia de teste é apresentada toda a informação necessária para realizar o teste desde os dados para aceder à ocorrência, até aos passos a executar durante o teste.

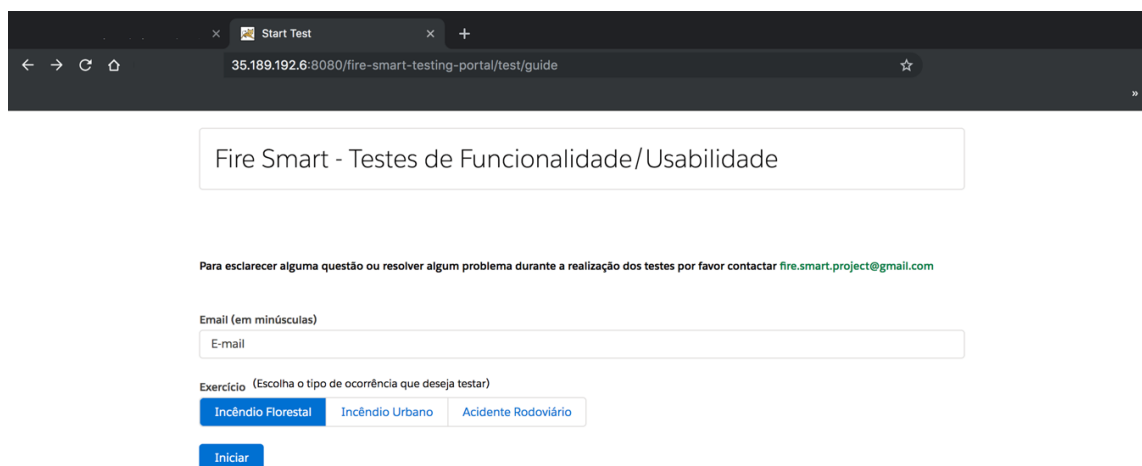
The image shows a web browser window with a single tab titled 'Start Test'. The address bar displays the URL '35.189.192.6:8080/fire-smart-testing-portal/test/guide'. The main content area has a header 'Fire Smart - Testes de Funcionalidade/Usabilidade'. Below this, a message states: 'Para esclarecer alguma questão ou resolver algum problema durante a realização dos testes por favor contactar fire.smart.project@gmail.com'. There is an email input field labeled 'Email (em minúsculas)' with the placeholder 'E-mail'. Below the email field, a section titled 'Exercício (Escolha o tipo de ocorrência que deseja testar)' contains three buttons: 'Incêndio Florestal' (highlighted in blue), 'Incêndio Urbano', and 'Acidente Rodoviário'. At the bottom of this section is a blue button labeled 'Iniciar'.

Figura 36: Página de entrada do guia de teste.

Para facilitar o acesso à aplicação e respetiva execução de testes, esta foi disponibilizada num simulador *online*, através da plataforma appetize.io. Desta forma, é possível realizar testes à distância e sem a necessidade de instalar a aplicação nos *smartphones* de quem está a testar. O simulador está acessível através de um *link* a partir dos guias de teste.

6.2 Descrição dos casos de teste

Tal como descrito anteriormente, existem 3 tipos de ocorrências, replicadas por cada um dos inquiridos interessados em testar, com diferentes números de ocorrência para cada.

No que diz respeito a incêndios rurais, a ocorrência criada simula um Incêndio em Povoamento Florestal com o código de ocorrência 1100, segundo a NOP 3101/2009 (ANEPC, 2009). O incêndio localiza-se em Canafecheira na freguesia de Vendas Novas

(Concelho de Vendas Novas, Distrito de Évora). O primeiro veículo a avançar para o local é o VFCI01⁶ do CB de Vendas Novas.

Na mesma freguesia, mas desta vez dentro da cidade, simulou-se uma ocorrência relativa a incêndios estruturais. Esta ocorrência corresponde a um Incêndio em Edifício de Habitação com o código de ocorrência 1401, segundo a NOP 3101/2009 (ANEPC, 2009), e o primeiro veículo a avançar para o local é o VUCI04⁷ do CB de Vendas Novas.

Relativamente a acidentes rodoviários, simulou-se uma colisão entre veículo ligeiro de passageiros e um pesado de mercadorias, na Estrada Nacional 4, dentro da cidade de Vendas Novas. Segundo a NOP 3101/2009 (ANEPC, 2009), esta ocorrência conta com o código 2102. Nesta situação, o primeiro veículo a avançar para o local é o VSAT01⁸ do CB de Vendas Novas.

Para qualquer uma das ocorrências acima descritas, nos veículos mencionados, o utilizador que está a testar deve assumir a função de chefe de equipa e COS após a chegada ao TO. A descrição detalhada de cada um dos testes pode ser consultada no Anexo IV.

6.3 Metodologia de Avaliação

Tanto a usabilidade da aplicação, como a aplicabilidade das funcionalidades desenvolvidas devem ser avaliadas após a execução dos testes. Desta forma, terminada a fase de execução de testes, que decorreu entre os dias 5 de junho de 2019 e 10 de julho de 2019, procedeu-se à avaliação e recolha de resultados dos testes efetuados. Nesta fase de avaliação utilizou-se o método de avaliação por questionário, onde os utilizadores que realizaram os testes foram notificados para responder a um inquérito acerca da aplicação. O inquérito decorreu entre os dias 11 e 24 de julho de 2019. Para a realização deste

⁶ VFCI – Veículo Florestal de Combate a Incêndios

⁷ VUCI – Veículo Urbano de Combate a Incêndios

⁸ VSAT – Veículo de Socorro e Assistência Tático

inquérito, recorreu-se uma vez mais à plataforma Google Forms da Google LLC®. O tratamento e análise dos dados do inquérito foi feito através do mesmo *software* utilizado para o primeiro inquérito (secção 3.3). O levantamento dos dados dos utilizadores que realizaram os testes foi feito através do cruzamento de dados entre os números de ocorrências que foram utilizados na aplicação e a base de dados dos guias de teste que associa a cada número de ocorrência um endereço de e-mail. O questionário enviado encontra-se disponível para consulta no Anexo V.

Para uma avaliação precisa e fiável de pontos relacionados com a usabilidade utilizou-se a métrica *Net Promoter Score*® (NPS), a qual é utilizada numa grande diversidade de indústrias e negócios para medir a satisfação do cliente através de perguntas simples numa escala de 0 a 10 (Review Pro, 2017). Segundo esta métrica, os utilizadores que respondem: (i) 9 e 10 são considerados promotores (estão satisfeitos com a experiência e recomendam a outros utilizadores); (ii) 7 e 8 são os utilizadores passivos (embora estejam satisfeitos não promovem o uso e podem muito bem utilizar outra solução em alternativa); (iii) 0 a 6 são considerados detratores (não estão particularmente satisfeitos com a experiência). A fórmula de cálculo baseia-se em tomar a percentagem de promotores e subtrair a percentagem de detratores, obtendo um resultado que pode variar de -100% a 100%. Se o resultado for superior a 0 obtém-se um NPS positivo.

Segundo Nielsen (Nielsen, 2006), para avaliar métricas de usabilidade, como por exemplo a satisfação do utilizador, pode requerer cerca de 4 vezes mais utilizadores quando comparado com uma normal execução de casos de teste para simples testes funcionais. Em muitos casos, estes testes de usabilidade não são efetuados devido aos custos de contratar mais utilizadores para execução dos mesmos. No entanto, neste trabalho contamos com utilizadores que se voluntariaram para a realização dos testes. Assim, além de poder requerer mais tempo para a execução dos testes, o aumento do número de utilizadores não traz maiores custos para o presente trabalho. No mesmo artigo, Nielsen (Nielsen, 2006) afirma que 20 é o número ideal de utilizadores para uma boa margem de confiança e que, em muitos casos, realizar testes com utilizadores muito

acima disso pode ser uma perda de tempo. Desta forma, estabeleceu-se que o número mínimo de respostas aceitáveis para este inquérito seria 20.

6.4 Resultados

De forma a garantir que foram sondados os utilizadores corretos, e que não são contabilizados resultados de utilizadores que não conseguiram executar corretamente o simulador ou a aplicação, incluiu-se no início do questionário a pergunta: “Conseguir abrir o simulador e testar alguma das funcionalidades?”. Desta forma, é possível identificar, à partida, quem não realizou devidamente o teste e excluir essas mesmas respostas. Responderam negativamente a esta questão dois utilizadores, os quais foram automaticamente excluídos desta análise, obtendo-se, assim, uma amostra de 20 utilizadores. Logo, atingindo-se o número de utilizadores proposto por Nielsen (Nielsen, 2006) e descrita na secção 6.3.

Passada esta primeira fase de identificação de *outliers*, inicia-se o questionário de avaliação propriamente dito com uma questão muito geral sobre a usabilidade da aplicação, onde os utilizadores devem indicar se a aplicação é ou não apelativa e intuitiva. O resultado a esta questão foi extremamente satisfatório, obtendo-se 100% de respostas afirmativas. A questão seguinte tem como objetivo avaliar de forma mais precisa a usabilidade, principalmente no que diz respeito à simplicidade e satisfação do utilizador, pelo que se recorreu ao método NPS para avaliação desses mesmos resultados. O gráfico da Figura 37 apresenta as respostas dadas pelos utilizadores a esta questão, onde é possível observar que as respostas positivas, oriundas de utilizadores considerados *promoters* pelo NPS, ocorrem mais vezes comparativamente às respostas negativas oriundas de *detractors*.

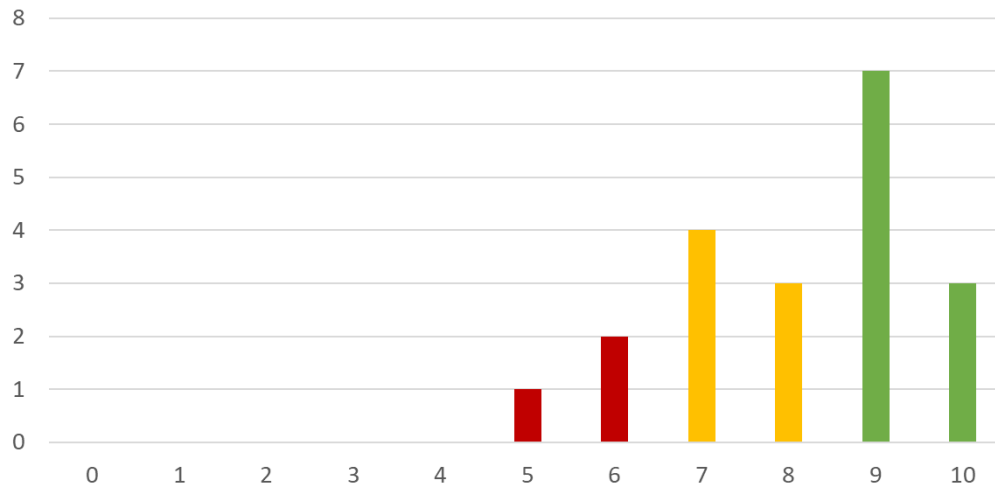


Figura 37: Classificação da aplicação relativamente à simplicidade e satisfação do utilizador. A vermelho são apresentadas as respostas negativas (*detractors*), a amarelo as consideradas neutras ou passivas, e a verde as respostas positivas (*promoters*).

Pegando nestes resultados, agrupando-os e calculando a fórmula do NPS, obtém-se uma pontuação positiva (Figura 38A). Dado que 35% da amostra corresponde a utilizadores passivos, então o NPS será calculado com 65% dos utilizadores. De entre os 65%, sabe-se que 50% correspondem a *promoters*, e 15% correspondem a *detractors*. Assim subtraindo os 15% de *detractors* aos 50% de *promoters* obtém-se um NPS de 35%. A Figura 38B mostra o valor do NPS obtido comparativamente com a variação que este valor pode ter. Através do gráfico pode facilmente verificar-se que a pontuação é satisfatória, dado que a pontuação obtida é positiva (Figura 38B). Um resultado positivo no NPS é também sinónimo de que o produto é bem sucedido, dada a quantidade de utilizadores que realmente promovem o produto. No contexto atual pode concluir-se que os utilizadores ficaram realmente satisfeitos com a usabilidade da aplicação e encontram-se realmente interessados em poder usá-la no futuro.

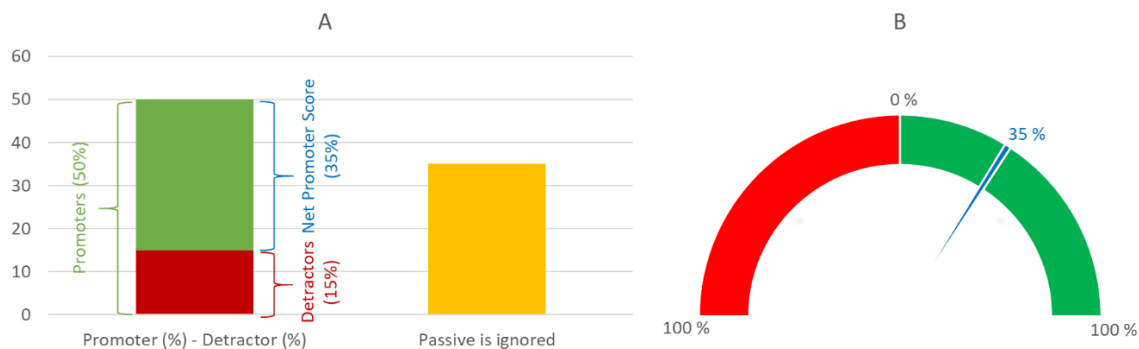


Figura 38: NPS para avaliação de usabilidade: Cálculo do NPS, e comparação de resultados agrupados (A); Visualização gráfica do NPS comparativamente à variação de valores que este pode obter (B).

Houve ainda um conjunto de questões às quais se obteve 100% de respostas afirmativas, podendo através delas concluir-se que:

- Relativamente aos POSIT's, os formulários da aplicação estão adaptados à realidade, comparativamente com o que é atualmente solicitado para os POSIT, ou por outro lado, estão também de acordo com o especificado nos guias de comando fornecidos pela ANEPC;
- Dadas as funcionalidades já implementadas, após algumas correções e melhorias, faz sentido o uso da aplicação em cenários reais para ocorrências de pequena dimensão (SGO fase I);
- O uso de mapas e GPS é vantajoso para obter orientações para o local da ocorrência;
- A funcionalidade do uso do Mapa pode ser vantajosa em ocorrências de maiores dimensões para visualização dos meios no TO e definição de locais importantes relacionados com a ocorrência, tais como Zona de Concentração e Reserva, Zona de Receção de Meios, entre outros;
- O envio e gestão de estados dos meios, pode revelar-se importante para a gestão de meios em ocorrências de grandes dimensões.

Sem a totalidade das respostas afirmativas, mas ainda com uma elevada percentagem de respostas “sim” (80,95%), foi possível concluir também que, para bombeiros com menos experiência e que façam os seus POSIT's seguindo os guias de comando, os

formulários da aplicação revelam-se mais simples e intuitivos comparativamente com esses guias.

Quando questionados se optariam pelo uso da aplicação ou de rádios para envio de informações sobre a ocorrência, a maioria dos utilizadores respondeu que optariam pelo uso de ambos (Figura 39), pois 90% dos utilizadores afirma que utilizaria a aplicação como ferramenta padrão e o rádio para comunicações ou pedidos mais específicos.

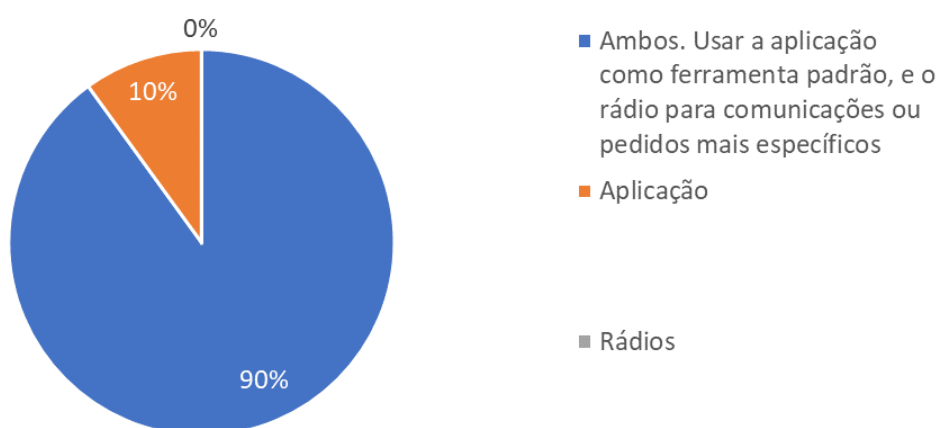


Figura 39: Escolha do método de comunicações e envio de informações em ocorrências de proteção e socorro.

No final do questionário foram colocadas duas questões de resposta aberta. A primeira, com o intuito de tentar compreender onde se pode melhorar a aplicação, tendo em conta as funcionalidades já implementadas. A segunda, para os utilizadores indicarem se conhecem alguma aplicação deste tipo, e, em acaso afirmativo, indicarem o nome da aplicação em questão. No que respeita a melhorias da aplicação podem sumarizar-se as seguintes:

- Simplificação dos formulários de POSIT;
- Facilitar o preenchimento de campos numéricos ao invés de abrir o teclado *standard* do *smartphone*;

- Retirar o botão de envio do POSIT do ecrã, ou colocar mensagem de confirmação de envio, a fim de não se enviar acidentalmente um POSIT incompleto;
- Adaptar a aplicação a todos os tipos de ocorrências ainda não implementados na versão de protótipo;
- Visualização e partilha da localização dos meios;
- Poder colocar georreferenciação de vários locais de relevo e a possibilidade de cálculo de itinerários para esses locais;
- Dar a possibilidade ao COS de adicionar novos meios que chegaram à ocorrência casos estes não disponham da aplicação (e.g., informar que a GNR ou a VMER chegou ao TO).

Relativamente às aplicações conhecidas pelos utilizadores e identificadas nestas questões destacam-se o SIG-GO e uma aplicação utilizada pela FEPC para monitorização de ocorrências.

PARTE III – Conclusões e considerações finais

*“Pior que a inexistência da tecnologia
é o mau uso da tecnologia à disposição”*

Saramagaio, C.

7. Conclusões e considerações finais

7.1 Conclusões

Pelo estudo de viabilidade de implementação apresentado no capítulo 3 é facilmente compreensível que uma aplicação deste género faz cada vez mais sentido. Ficou claro nos resultados apresentados que grande parte dos inquiridos acha pertinente o uso das novas tecnologias para dar suporte à resposta a operações de proteção e socorro. Posteriormente, com a avaliação feita pelos utilizadores ao protótipo da aplicação, após terem efetuado os testes solicitados e descritos no capítulo 6, torna-se ainda mais evidente a potencialidade da aplicação.

Relativamente aos temas levantados na problemática (secção 1.3), pode também concluir-se que em parte são solucionados pela concretização dos objetivos estabelecidos para o presente trabalho, bem como pela implementação de requisitos analisados. A criação de funcionalidades que registem os dados recolhidos no dispositivo móvel e os enviem para um repositório comum assim que haja disponibilidade da rede, evita a perda de dados entre a recolha dos mesmos pelo operacional no TO e seu registo no sistema por parte do operador do CDOS, não garantindo, no entanto, o envio dos mesmos em tempo real. O desenvolvimento de interfaces simples e intuitivas para o registo dos dados acerca das ocorrências (POSIT) permite que utilizadores com menos formação ou experiência consigam enviar informação mais correta e completa, sendo guiados pela aplicação a preencher os dados necessários. Quanto à interação entre os diferentes APC, essencialmente ANEPC e CB, esta pode ser agilizada através do uso da aplicação, os quais passam a utilizar a aplicação para registo e envio de informação sobre a ocorrência para os CDOS, e libertando os restantes canais de comunicações (e.g., rádios, telefone) para situações de exceção e que realmente requeiram a sua utilização.

No panorama nacional já existem algumas soluções tecnológicas, inclusive de computação móvel, que dão suporte à resposta a operações de proteção e socorro. No entanto, de entre as diversas aplicações existentes, estudadas neste trabalho, e outras

identificadas pelos utilizadores durante os testes (e.g., MacFire, SIG-GO, ferramenta de monitorização da FEPC), pode verificar-se que:

- Todas elas são aplicações dirigidas ao comando e não à manobra. Ou seja, apoiam as tarefas de comando (e.g., monitorização de meios) e destinam-se a ser usadas por elementos de comando, ou da estrutura da ANEPC. Nenhuma das aplicações é direccionada aos operacionais no TO, apoiando-os, principalmente, em ocorrências mais pequenas;
- Apresentam funcionalidades idênticas entre elas.

Ao contrário de todas as aplicações anteriormente mencionadas, as quais se dirigem exclusivamente ao comando, a aplicação desenvolvida ao longo deste trabalho é dirigida também à manobra, ou seja, aos operacionais no TO. Além de trazer inúmeras vantagens, já mencionadas anteriormente, esta aplicação permite ainda a poupança de tempo e a redução da carga de trabalho para os operadores de CDOS caso se verifique algum tipo de integração com os sistemas já existentes. Ao enviar as informações através da aplicação, deixa de ser necessário, em grande parte dos casos, que os operadores do CDOS recebam as informações transmitidas pelos operacionais no TO e as registem nos respetivos sistemas.

Em relação à sobreposição de funcionalidades, verificam-se hoje em dia o aparecimento de diversas aplicações que respondem às mesmas necessidades, umas mais completas que outras, cada uma delas desenvolvida por uma entidade diferente. Uma vez que essas aplicações cobrem apenas determinadas áreas geográficas do país, e foram desenvolvidas por diferentes entidades, não existindo uma solução oficial disponível para todo o país, podem ser consideradas aplicações marginais? A diversificação de soluções idênticas, aplicadas em diferentes zonas geográficas pode provocar uma fragmentação dos dados obtidos? A resposta a estas questões é dada pelo desenvolvimento deste trabalho bem como pelas propostas de trabalho futuro. O desenvolvimento de uma ferramenta oficial única para dar resposta a todas as ocorrências de norte a sul do país permite uma uniformização dos dados recolhidos e na forma de trabalhar. O facto de

registar todos os dados na mesma plataforma garante a uniformização dos mesmos, e consequentemente, maior facilidade de acesso e análise.

7.2 Trabalho futuro

Uma das prioridades futuras será pensar em possíveis soluções para alguns dos pontos a melhorar indicados pelos utilizadores durante a fase de testes. De entre os pontos a melhorar, serão analisadas em primeira instância as questões relacionadas com a usabilidade.

Existem, no entanto, um conjunto de novas funcionalidades e requisitos de segurança que devem ser implementados para que a aplicação possa dar suporte a ocorrências de menor dimensão, antes de se começar a pensar em aplicar funcionalidades de suporte a ocorrências maiores. Resumidamente, a aplicação deve ter as seguintes funcionalidades:

- Identificação do Chefe de Equipa – Atualmente a aplicação mostra os meios associados à ocorrência, os quais correspondem a equipas/veículos, sendo que a forma correta de utilização da mesma corresponde a um dispositivo móvel por equipa atribuído ao chefe de equipa. No entanto, não há registo de quem é o chefe de cada uma das equipas, impossibilitando de identificar qual a graduação para funcionalidades futuras que requeiram a identificação dos bombeiros mais graduados no TO. Assim, a aplicação deve permitir identificar quem é o chefe de cada uma das equipas e qual a graduação do mesmo;
- Identificação do COS – Segundo o SIOPS (ANEPC, n.d.), que se guia pelo princípio do comando único, e SGO (ANEPC, 2018), que define quem é o responsável pela ocorrência e pelas tomadas de decisão em relação à mesma, ao qual lhe atribui o nome de COS, a aplicação deve ser capaz de identificar de entre os utilizadores/equipas conectadas quem assume a função de COS. Decorrente dessa capacidade de identificar quem é o COS, a aplicação deve permitir diferentes tipos de acesso aos dados e operações sobre os mesmos, caso o utilizador seja COS ou outros utilizadores conectados. Desta forma, o COS deverá conseguir realizar mais ações e utilizar mais funcionalidades que

os restantes utilizadores dentro da mesma ocorrência, uma vez que é sobre ele que recai a responsabilidade da ocorrência;

- Transmissão de COS – À medida que a ocorrência avança e chegam mais meios ao TO é normal que o COS mude, pois, esta função deve sempre ser assumida pelo bombeiro mais graduado no TO (focando apenas em ocorrências na fase I do SGO). Esta operação de passagem de COS de um bombeiro para outro é atualmente efetuada via rádio, informando o respetivo CDOS dessa alteração e quem é o novo COS da ocorrência. No entanto, esta funcionalidade pode ser incluída na aplicação disponibilizando ao atual COS a funcionalidade de transmissão de COS, selecionando o novo COS a partir da lista de equipas e veículos presentes no TO. Após essa passagem, a alteração de COS deve ser registada como um POSIT na lista de POSIT's, indicando quem é o atual COS, quem era o anterior e a que horas essa passagem ocorreu. Ao efetuar esta passagem de COS há ainda a possibilidade de enviar uma notificação a todas as restantes equipas de que existiu essa alteração de COS. Como forma de automatizar ainda mais esta funcionalidade, quando uma nova equipa chega ao local (registra o estado "No local"), caso o chefe dessa equipa seja mais graduado que o atual COS, a aplicação deverá ser capaz de enviar uma notificação ao atual COS de que existe um bombeiro mais graduado no TO, sugerindo a este que faça a passagem de COS.

O desenvolvimento de uma aplicação de *back-office*, que disponibilize uma panóplia de funcionalidades de administração, monitorização e consulta de ocorrências em curso, assim como consulta e análise de dados históricos, poderá revelar-se uma mais valia. No entanto, parte dessas tarefas de gestão podem ser facilmente solucionadas integrando a aplicação com o SADO através de *webservices*. Tomando como exemplo para a premissa anterior a possibilidade da central registar meios a caminho do local, antes mesmo que a tripulação destes se conecte na aplicação e indique o estado a "Caminho do local", esta é uma situação em que a integração com o SADO iria resolver o problema. Sabendo que, cada vez que um meio de um CB é mobilizado para uma ocorrência este evento é

registado no SADO com a hora de saída do meio, então, caso seja possível integrar a aplicação com SADO, as equipas no TO têm automaticamente conhecimento que outros meios já estão a caminho. No que diz respeito a esta integração, pode tirar-se partido dela em muitos outros casos, tais como o envio de informações para os CDOS.

Em relação à funcionalidade do uso de mapas (secção 4.2.13), a qual pode servir futuramente para visualizar os meios no TO e a caminho deste, uma integração com o SIRESP-GL, à semelhança com que está a ser feito atualmente com MacFire, poderia revelar-se importante. Em suma, o trabalho futuro poderia também passar por recolher algumas das ideias e funcionalidades já existentes noutras aplicações, e reunir todas elas numa única aplicação. Isto possibilitaria disponibilizar uma solução que desse resposta em diversos níveis (estratégico, tático e manobra), uniforme e com uma cobertura geográfica de todo o país.

Referências bibliográficas

- 2ndQuadrant. (s.d.). *PostgreSQL vs MySQL*. Obtido em 04 de 07 de 2019, de <https://www.2ndquadrant.com/es/postgresql/postgresql-vs-mysql/>
- Adashi Systems. (s.d.). *Adashi C&C Incident Command Software*. Obtido em 15 de fevereiro de 2019, de <http://www.adashi.com/incident-command-software/>
- Adashi Systems. (s.d.). *Adashi FirstResponse MDT Software*. Obtido em 15 de fevereiro de 2019, de <http://www.adashi.com/mdt-software/>
- Adashi Systems. (s.d.). *Adashi RollCall Public Safety Scheduling Software*. Obtido em 15 de fevereiro de 2019, de <http://www.adashi.com/rollcall/>
- Aguiar, A., Navarro, A., Fernandes, C., Salema, C., Sanguino, J., Carvalho, N. B., & Caldeirinha, R. (2017). *Estudo do funcionamento do SIRESP - Parte I*. Governo Português.
- Alpine Software. (s.d.). *RedNMX Fire Department Management System*. Obtido em 15 de fevereiro de 2019, de <http://www.alpinesoftware.com/rednmx>
- ANEPC. (2009). *Normal Operacional Permanente 3101/2009*. Ministério da Administração Interna.
- ANEPC. (2010). *Diretiva Operacional Nacional nº1 - DIOPS*.
- ANEPC. (2018). Despacho nº 3317-A/2018. Em *Diário da República, 2ª série - Nº 65 - 3 de abril de 2018*. Imprensa Nacional-Casa da Moeda.
- ANEPC. (31 de 12 de 2018). *RNBP*. Obtido em 19 de 5 de 2019, de <http://www.prociv.pt/pt-pt/BOMBEIROS/CB/RNBP/Paginas/default.aspx>
- ANEPC. (2019). Despacho n.º 5080/2019. Em *Diário da República n.º 98/2019, Série II de 2019-05-22*.
- ANEPC. (s.d.). *Sistema Integrado de Operações de Protecção e Socorro*. Obtido em 15 de Julho de 2018, de <http://www.prociv.pt/pt->

pt/PROTECAOCIVIL/SISTEMAPROTECAOCIVIL/SIOPS/Paginas/default.aspx#/collaps
e-4

ANEPC, & Indra SA. (01 de março de 2013). Sistema de Apoio à Decisão Operacional (SADO).

Antena Livre. (13 de 07 de 2019). Mação: MacFire e Siresp-GL juntos em todo o distrito de Santarém. *Antena Livre*. Obtido em 21 de 07 de 2019, de <https://www.antenalivre.pt/noticias/macao/>

Atkinson, R., & Flint, J. (2001). Accessing Hidden and Hard-to-Reach Populations: Snowball Research Strategies. (N. Gilbert, Ed.) *social research UPDATE*.

Awesome iOS. (s.d.). *About Awesome iOS*. Obtido em 13 de junho de 2019, de <https://github.com/vsouza/awesome-ios/>

Bonazountas, M., Kallidromitou, D., Kassomenos, P., & Passas, N. (2007). A decision support system for managing forest fire casualties. *Journal of Environmental Management*, 412–418.

CIMAC. (17 de 07 de 2019). *CIMAC entrega tablets para produção de Informação Geográfica aos agentes da Proteção Civil, Forças de Segurança Pública e ICNF*. Obtido em 21 de 07 de 2019, de Comunidade Intermunicipal do Alentejo Central: <http://www.cimac.pt/pt/acontece-cimac/noticias/Paginas/CIMAC-entrega-tablets-para-produ%3a7%c3%a3o-de-Infoma%3a7%c3%a3o-Geogr%3a1fica-aos-agentes-da-Prote%3a7%c3%a3o-Civil,-For%3a7as-de-Seguran%3a7a-P%3abablica-e-l.aspx>

Codecademy. (s.d.). *What is REST?* Obtido em 05 de 07 de 2019, de <https://www.codecademy.com/articles/what-is-rest>

Correio da Manhã. (08 de 07 de 2016). Sistema de georreferenciação para todos os bombeiros. *Correio da Manhã*. Obtido em 21 de 07 de 2019, de https://www.cmjornal.pt/sociedade/detalhe/sistema_de_georreferenciacao_para_todos_os_bombeiros

Costa, J. (2016). *Sistemas de Apoio à Decisão na Prevenção e Combate a Incêndios Florestais*. Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

De Walle, B., Turoff, M., & Hiltz, S. (2010). *Information Systems for Emergency Management*. Obtido de <https://books.google.pt/books?id=jR0W3R1pDI4C&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>

Donais, C. (19 de dezembro de 2018). *What is an SDK and an API?* Obtido em 13 de junho de 2019, de <https://www.skyhook.com/blog/what-is-an-sdk-and-an-api>

ESRI. (2007). Applications, GIS Integration with Public Safety. *White Paper*.

Faria, M. (10 de janeiro de 2017). *Por que a comunicação é imprescindível?* Obtido em 12 de junho de 2019, de <https://administradores.com.br/noticias/por-que-a-comunicacao-e-imprescindivel>

Filho, R. R. (2005). *Desenvolva aplicativos com Java 2* (1ª ed.). Érica.

Google. (s.d.). *Android Studio*. Obtido em 13 de junho de 2019, de <https://developer.android.com/studio>

Google LLC. (s.d.). *AI and machine learning products*. Obtido em 04 de 07 de 2019, de <https://cloud.google.com/products/ai/?tab=tab3>

Google LLC. (s.d.). *Google Cloud*. Obtido em 04 de 07 de 2019, de <https://cloud.google.com/>

Google LLC. (s.d.). *Produtos de Big Data*. Obtido em 04 de 07 de 2019, de <https://cloud.google.com/products/big-data/>

Google LLC. (s.d.). *Produtos do Cloud Compute*. Obtido em 04 de 07 de 2019, de <https://cloud.google.com/products/compute/>

Google LLC. (s.d.). *Produtos do Cloud Storage*. Obtido em 04 de 07 de 2019, de <https://cloud.google.com/products/storage/>

ISO. (1998). ISO 9241-11. Em I. O. Standardization, *ISO 9241*.

JavaPipe LLC. (s.d.). *Is Tomcat An Application Server?* Obtido em 04 de 07 de 2019, de <https://javapipe.com/blog/tomcat-application-server/>

Khachatryan, G. (16 de 06 de 2018). *What is GraphQL?* Obtido em 06 de 07 de 2019, de <https://medium.com/devgorilla/what-is-graphql-f0902a959e4>

- Kodali, R. R. (13 de 06 de 2005). *What is service-oriented architecture?* Obtido em 05 de 07 de 2019, de <https://www.javaworld.com/article/2071889/what-is-service-oriented-architecture.html>
- Lewis, E. E. (1994). *Introduction to Reliability Engineering*. John Wiley & Sons, Inc.
- Lunk, L. C. (2014). *Por que Tolerância a Falhas e não Falhas? Por que falta, erro e falha?* Obtido em 19 de 5 de 2019, de Departamento de Informática e Estatística da Universidade Federal de Santa Clara: <http://www.inf.ufsc.br/~lau.lung/por-que-tolerancia-a-faltas.html>
- LUSA. (24 de 08 de 2018). Incêndios: Sistema MacFire alargado de Mação a todo o distrito de Santarém. *Diário de Notícias*. Obtido em 21 de 07 de 2019, de <https://www.dn.pt/lusa/interior/incendios-sistema-macfire-alargado-de-macao-a-todo-o-distrito-de-santarem-9759568.html>
- MAI. (2007). Decreto-Lei n.º 241/2007. Em M. d. Interna, *Diário da República n.º 118/2007, 1ª Série de 21 de junho de 2007* (pp. 3925 - 3933). Imprensa Nacional-Casa da Moeda.
- MAI. (2010). *GUIA DE UTILIZAÇÃO DO 112*. Obtido em 1 de Janeiro de 2019, de http://www.112.pt/Guias/Paginas/Guia_Util_112.aspx
- Marques, J. A. (28 de 8 de 2003). *Tolerância a Falhas*. Obtido em 19 de 5 de 2019, de Departamento de Engenharia Informática do Instituto Superior Técnico: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779574463963/8A%20Tolerancia%20a%20Faltas%20-%20200910.pdf>
- McArthur, J. (17 de outubro de 2016). *6 Ways On How Technology Has Made Our Life Easier*. Obtido em 28 de maio de 2019, de https://www.engadget.com/2016/10/17/6-ways-on-how-technology-has-made-our-life-easier/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAD5ZZvDZMTsSvdk_nMmUDczFayt8NRGo5XXcnqgezQPRv5R9DHajjpb0rCAm4kVAhGNns4Jli4mX6lYxGX-gGmG

- Morehouse, B., Christopherson, G., Crimmins, M., Orr, B., Overpeck, J., Swetman, T., & Yool, S. (2006). Modeling interactions among wildland fire, climate and society in the context of climatic variability and change in the southwest US. Em M. Ruth, K. Donaghy, & P. Kirshen, *Regional Climate Change and Variability: Impacts and Responses* (pp. 58-78). Edward Elgar Publishing Ltd.
- NFPA 1600. (2013). *Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs*. National Fire Protection Association.
- Nielsen, J. (26 de 06 de 2006). *Quantitative Studies: How Many Users to Test?* Obtido em 18 de 07 de 2019, de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/quantitative-studies-how-many-users/>
- Owen, A. (28 de agosto de 2018). *The History and Evolution of the Smartphone: 1992-2018*. Obtido em 12 de junho de 2019, de <https://www.textrequest.com/blog/history-evolution-smartphone/>
- Pinto, T. D. (2014). *Desenvolvimento de Aplicações Móveis em iOS*. Dissertação, Universidade de Aveiro, Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática.
- RedisLabs. (s.d.). *Redis Pub/Sub*. Obtido em 05 de 07 de 2019, de <https://redis.io/topics/pubsub>
- Review Pro. (30 de 08 de 2017). *O que é o Net Promoter Score (NPS)?* Obtido em 18 de 07 de 2019, de Review Pro: https://go.reviewpro.com/s/article/What-is-the-Net-Promoter-Score-NPS?language=pt_BR
- Ribeiro, M. (2014). *Prevenção e deteção de incêndios florestais: análise holística e sistemas tecnológicos*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Rodrigues, M. V. (4 de abril de 2017). Foi há 44 anos que apareceu o primeiro telemóvel. *Obserador*.
- Rouse, M. (setembro de 2018). *Integrated Development Environment (IDE)*. Obtido em 13 de junho de 2019, de <https://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/integrated-development-environment>

- Saramagaio, C. M. (2014). *Recolha e Análise de Dados em Ambientes Hostis*. Dissertação, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Informática.
- Sauvé, J. P. (s.d.). *Frameworks: O que é um framework?* Obtido em 12 de junho de 2019, de <http://www.dsc.ufcg.edu.br/~jacques/cursos/map/html/frame/oque.htm>
- Silva, M. (4 de outubro de 2018). *Quais são os principais frameworks para desenvolver aplicações móveis híbridas?* Obtido em 13 de junho de 2019, de <https://medium.com/@mattlack/quais-s%C3%A3o-os-principais-frameworks-para-desenvolver-aplica%C3%A7%C3%B5es-m%C3%B3veis-h%C3%ADbridas-2093b64d679e>
- Veludo, F. (18 de janeiro de 2009). INEM: sistema que localiza chamadas alargado a todo o país em Junho. (Público, Ed.) *Público*, Edição online.
- Ye, L. (6 de março de 2018). *React Native vs. Cordova, PhoneGap, Ionic, etc.* Obtido em 13 de junho de 2019, de <https://uxplanet.org/react-native-vs-cordova-phonegap-ionic-etc-2f85d9651605>

ANEXOS

Anexo I – Inquérito do Estudo de Viabilidade de Implementação

Fluxo de informação em Operações de Proteção e Socorro

Este inquérito enquadra-se num estudo académico realizado no âmbito do Mestrado em Riscos e Proteção Civil do ISEC.

O inquérito é destinado exclusivamente a bombeiros, e demora cerca de 5 minutos a responder.

Os dados recolhidos serão utilizados para identificação de fragilidades nos fluxos de informação em Operações de Protecção e Socorro, bem como para o estudo de potenciais soluções.

As informações pessoais são confidenciais, pelo que não serão fornecidos a terceiros.

* Required

Identificação

Identificação do público alvo

1. Idade *

2. Género *

Mark only one oval.

☐ Feminino

☐ Masculino

3. Habilitações Académicas *

Mark only one oval.

☐ 4º ano

☐ 6º ano

☐ 9º ano

☐ 12º ano

☐ Licenciatura

☐ Mestrado

☐ Doutoramento

4. Distrito *

Mark only one oval.

- ☐ Açores
- ☐ Aveiro
- ☐ Beja
- ☐ Braga
- ☐ Bragança
- ☐ Castelo Branco
- ☐ Coimbra
- ☐ Évora
- ☐ Faro
- ☐ Guarda
- ☐ Leiria
- ☐ Lisboa
- ☐ Madeira
- ☐ Portalegre
- ☐ Porto
- ☐ Santarém
- ☐ Setúbal
- ☐ Viana do Castelo
- ☐ Vila Real
- ☐ Viseu

5. Corpo de Bombeiros *

No caso de pertencer à Força Especial de Bombeiros (FEB) deve indicar o ser Corpo de Bombeiros e não a base da FEB.

6. Vínculo com os Bombeiros *

Mark only one oval.

- ☐ Sapador *After the last question in this section, skip to question 8.*
- ☐ Voluntário *After the last question in this section, skip to question 12.*
- ☐ Profissional em Corpo de Bombeiros Voluntário, Municipal ou Misto *After the last question in this section, skip to question 12.*
- ☐ Força Especial de Bombeiros *After the last question in this section, skip to question 12.*

7. Tempo de atividade (em anos) *

Há quantos anos é bombeiro independentemente se é profissional ou apenas voluntário

Identificação Bombeiro Sapador

8. Categoria *

Mark only one oval.

- ☐ Comandante
- ☐ 2º Comandante
- ☐ Adjunto Técnico
- ☐ Chefe Principal
- ☐ Chefe de 1ª Classe
- ☐ Chefe de 2ª Classe
- ☐ Subchefe Principal
- ☐ Subchefe de 1ª Classe
- ☐ Subchefe de 2ª Classe
- ☐ Sapador Bombeiro

9. Já era bombeiro antes de ingressar nos Bombeiros Sapadores? *

Mark only one oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

10. Se respondeu "Sim" à questão anterior, por favor indique o Corpo de Bombeiros?

11. Quantos anos de atividade tinha antes de ingressar nos Bombeiros Sapadores?

Skip to question 15.

Identificação Bombeiro

12. Categoria *

Mark only one oval.

- ☐ Comandante
- ☐ 2º Comandante
- ☐ Adjunto
- ☐ Oficial Bombeiro Superior
- ☐ Oficial Bombeiro Principal
- ☐ Oficial Bombeiro de 1ª
- ☐ Oficial Bombeiro de 2ª
- ☐ Oficial Bombeiro Estagiário
- ☐ Chefe
- ☐ Subchefe
- ☐ Bombeiro de 1ª
- ☐ Bombeiro de 2ª
- ☐ Bombeiro de 3ª

13. **Caso seja apenas voluntário, a sua atividade profissional está em algum ponto relacionada com a atividade dos Bombeiros?**

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

14. **Se respondeu "Sim" à questão anterior, especifique:**

Skip to question 15.

Fluxo de Informação

Entende-se por fluxos de informação todas as informações transmitidas relativas a determinada ocorrência.

Exemplos:

- Envio de um POSIT para o CDOS por parte do COS
- Informação transmitida por qualquer equipa no TO ao COS
- Delegação de tarefas/missões a determinada equipa por parte do COS

As questões seguintes têm como objectivo avaliar a sua apreciação global das ocorrências, e não a sua experiência individual.

15. **De um modo geral, acha que os fluxos de informação funcionam de forma correta e eficaz na maioria das ocorrências? ***

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

16. **Qual ou quais acha que são os maiores obstáculos a uma recolha e passagem de informação clara e eficaz? ***

Check all that apply.

- ☐ Stress
☐ Falta de formação
☐ Falta de treino/experiência
☐ Falhas tecnológicas (ex: sobrecargas na rede SIRESP)
☐ Other: _____

17. **Relativamente à rede SIRESP, acha que em ocorrências de grandes dimensões é feito um mau uso da mesma, resultando em sobrecargas na rede? ***

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez

18. **No caso das comunicações via rádio para os CDOS, acha que todas as informações transmitidas são necessárias no imediato? ***

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

19. Há informações transmitidas que são necessárias ser comunicadas e/ou registadas, mas que não influenciam o decorrer da operações? *

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez

20. Acha que há protocolos e procedimentos em termos de comunicações que podem ser simplificados? *

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez

21. O envio de algumas informações e estados relativos à equipa e/ou ocorrência por canais alternativos pode ser vantajoso? *

Um exemplo de envio de informação por canal alternativo, é o envio de status através de rádio, em ambulâncias INEM, onde não é necessário efetuar uma comunicação de voz para transmitir o estado atual da equipa/ocorrência.

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez

22. Acha o procedimento acima descrito vantajoso para libertar os chefes de equipa e/ou COS para outras tarefas, bem como estar mais atento ao desenrolar da situação? *

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

23. Quais acha que podem ser as soluções para os problemas abordados nas questões anteriores?

Check all that apply.

- ☐ Melhorias nas infra estruturas da rede SIRESP
☐ Novos rádios com mais funcionalidades
☐ Mais formação/treino de operação de rádios
☐ Mais formação/treino de comando e coordenação de operações
☐ Inovação / Uso de novas tecnologias
☐ Aplicações para smartphones/tablets para registo e envio de informações
☐ Aplicações para smartphones/tablets para apoio ao comando de operações
☐ Mais meios humanos na coordenação das operações
☐ Other: _____

Experiência pessoal

Esta secção tem como intuito responder a questões de acordo com a sua experiência pessoal

24. **Alguma vez assumiu o papel de Comandante de Operações de Socorro (COS)? ***

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

25. **De 1 a 5 como classifica a sua experiência em atividades de reconhecimento e envio de informações via rádio? ***

Exemplo: Ponto de Situação (POSIT)

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Inexperiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito experiente

26. **Já teve algum tipo de formação ou treino para assumir funções de COS? ***

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

27. **De 1 a 5 como classifica a sua experiência e facilidade de utilização de rádios da rede SIRESP? ***

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Inexperiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito experiente

28. **Tem formação e/ou treino para utilização de rádios da rede SIRESP? ***

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

29. **De 1 a 5 como classifica a sua experiência e facilidade de utilização de rádios da ROB (banda alta)? ***

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Inexperiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito experiente

30. **Tem formação e/ou treino para utilização de rádios da ROB (banda alta)? ***

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

Solução proposta

31. Está familiarizado com o uso de dispositivos móveis? *

Alguns exemplos de dispositivos móveis são: telemóveis/smartphones, tablets, entre outros...
Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

32. De 1 a 5 como classifica o seu grau de experiência na utilização dos dispositivos acima mencionados? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Inexperiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito experiente

33. O que acha do uso de dispositivos móveis com aplicações dedicadas, para registo de informações relativas a Operações de Proteção e Socorro? *

Entende-se por Operações de Proteção e Socorro ocorrências onde intervenham Agentes de Proteção Civil, neste caso aplicado aos Bombeiros. Alguns exemplos são a intervenção em acidentes rodoviários, incêndios, acidentes com matérias perigosas, entre outros.

Mark only one oval.

- ☐ Nada adequado
☐ Pouco adequado
☐ Adequado
☐ Muito adequado

34. O que acha do uso de dispositivos móveis, com aplicações dedicadas, para tarefas de comando e gestão de Operações de Proteção e Socorro? *

Mark only one oval.

- ☐ Nada adequado
☐ Pouco adequado
☐ Adequado
☐ Muito adequado

35. Acha que o registo e transmissão de informações através de uma aplicação num dispositivo móvel poderia trazer vantagens comparativamente à transmissão dessas informações via rádio? *

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez

36. Relativamente à pergunta anterior, quais acha que são as vantagens?

Check all that apply.

- ☐ Redução do stress
- ☐ Libertar o chefe de equipa ou o COS para outro tipo de tarefas
- ☐ Aumentar o grau atenção do chefe de equipa ou COS para o desenrolar da situação
- ☐ Uma aplicação intuitiva ajuda o operacional a enviar informação perante casos com pouca experiência nas funções
- ☐ Uma aplicação intuitiva ajuda o operacional a enviar informação mais correta
- ☐ Uma aplicação intuitiva ajuda o operacional a enviar informação mais completa

Participar no teste da aplicação

Está neste momento a ser desenvolvida uma aplicação como proposta de solução a alguns dos problemas anteriormente mencionados.

Serão necessários alguns operacionais para testar a aplicação e posteriormente avaliar o seu grau de desempenho e simplicidade.

Se pretende poder vir a fazer parte do grupo de operacionais que vai testar a aplicação por favor preencha os campos abaixo.

37. Nome

38. Email

Anexo II – Guias de comando

Guias de Comando do SGO (ANEPC, 2018).

<h2 style="margin: 0;">Sistema de Gestão de Operações</h2> <p style="margin: 0;">Guia de Comando</p> <h3 style="margin: 0;">Acidentes</h3>			
Ponto de Situação Inicial / Reconhecimento			
Hr Posit:	<input type="text"/>	Ocorr. Nº	<input type="text"/>
	Via	<input type="text"/>	
ESTOU	Km /nº	<input type="text"/>	Sentido
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Coord:	N	Freguesia
	SIRESP	W	Município
VEJO	Acidente	<input type="checkbox"/> Despiste de:	<input type="text"/>
		<input type="checkbox"/> Colisão entre:	<input type="text"/>
		<input type="checkbox"/> Outra	<input type="text"/>
	Vítimas	<input type="checkbox"/> Leves	<input type="checkbox"/> Graves
		<input type="checkbox"/> Mortos	<input type="checkbox"/> Desaparecidos
	Encarcerados	<input type="checkbox"/> Mecânico	Veículo 1
		<input type="checkbox"/> Físico Tipo I	Veículo 2
		<input type="checkbox"/> Físico Tipo II	Veículo 3
	Via	<input type="checkbox"/> Cortada	<input type="checkbox"/> Condicionada
		Sentido ____ / ____	Sentido ____ / ____
		Carga do Veículo	Tipo de Carga
		Afetação da carga	<input type="text"/>
		Condições Meteorológicas:	Vento: _____ a _____ km/h
Ar: _____ °C %HR			
FAÇO	Faço:	<input type="checkbox"/> Zonas Trabalho	<input type="checkbox"/> Abordagem às vítimas
		<input type="checkbox"/> Estabilização	<input type="checkbox"/> Criação de Espaço
SOLICITO	Solicito: (quantificar)	<input type="checkbox"/> VMER	<input type="checkbox"/> VSAT / VSAE
		<input type="checkbox"/> ABSO	<input type="checkbox"/> Outros _____
Assumo COS		Categoria e Nome	
Prosigo com o reconhecimento!			

Informações		SITAC

Pontos de Situação			
2ª POSIT	Hrs	:	<input type="text"/>
3ª POSIT	Hrs	:	<input type="text"/>
4ª POSIT	Hrs	:	<input type="text"/>

MEIOS			
Meio	Entidade	Hr no TO	Missão
		:	<input type="text"/>
		:	<input type="text"/>
		:	<input type="text"/>
		:	<input type="text"/>
		:	<input type="text"/>
		:	<input type="text"/>
		:	<input type="text"/>
		:	<input type="text"/>
		:	<input type="text"/>
		:	<input type="text"/>

Passagem de COS à : , para	
----------------------------	--

Figura 40: Guia de Comando para Acidentes. Fonte:

<http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/Instrumentos/Guia%20de%20Comando%20Acidentes.pdf>

 Sistema de Gestão de Operações Guia de Comando Incêndios Estruturais			
Ponto de Situação Inicial / Reconhecimento			
Hr Posit: _____		Ocorr. Nº: _____	Canal Manobra: _____
ESTOU	Estou em: _____		
	Coord: _____ SIRESP _____	N _____ W _____	Freguesia _____ Município _____
VEJO	Incêndio:	Activo (Curso)	Rescaldo (Conclusão)
		Dominado (Resolução)	Extinto (Finalizado)
	Com:	Fogo à vista	Sem fogo à vista
	Em:	Habitação	Comércio
		Indústria	Outro
	Tipo de edifício	Unifamiliar	Hosp. / Lar / Escola
		Edifício Grande Altura	Militar / Segurança
		Utilidade Pública	Outro
	Propagação	Horizontal	Vertical
	Hidrantes	Marco de água	Outro
Pontos Sensíveis:	Habitações	Indústria	
	Comércio	Outro	
FAÇO	Faço	Reconhecimento	Salvamentos
		Estb. Meios de Ação	Proteção às exposições
		Estratégia Ofensiva	Estratégia Defensiva
		Rescaldo	Vigilância
PEÇO	Solicito: (quantificar)	VUCI/VECI	VMER
		VTT	SMPC
		VE/VP	Elemento de Comando
		ABSC /ABTD / ABTM	Outro
Assumo COS _____		Categoria e Nome _____	
Prossigo com o reconhecimento!			

Informações		SITAC	

Pontos de Situação			
2º POSIT	Hrs	:	
3º POSIT	Hrs	:	
4º POSIT	Hrs	:	

MEIOS			
Meio	Entidade	Hr no TO	Missão
		:	
		:	
		:	
		:	
		:	
		:	
		:	
		:	
		:	
		:	

Passagem de COS às : , para			
-----------------------------	--	--	--

Figura 42: Guia de Comando para Incêndios Estruturais. Fonte: <http://www.proci.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/Instrumentos/Guia%20de%20Comando%20Inc%C3%AAndios%20Estruturais.pdf>

Anexo III – Modelo Entidade-Relação (Base de Dados)

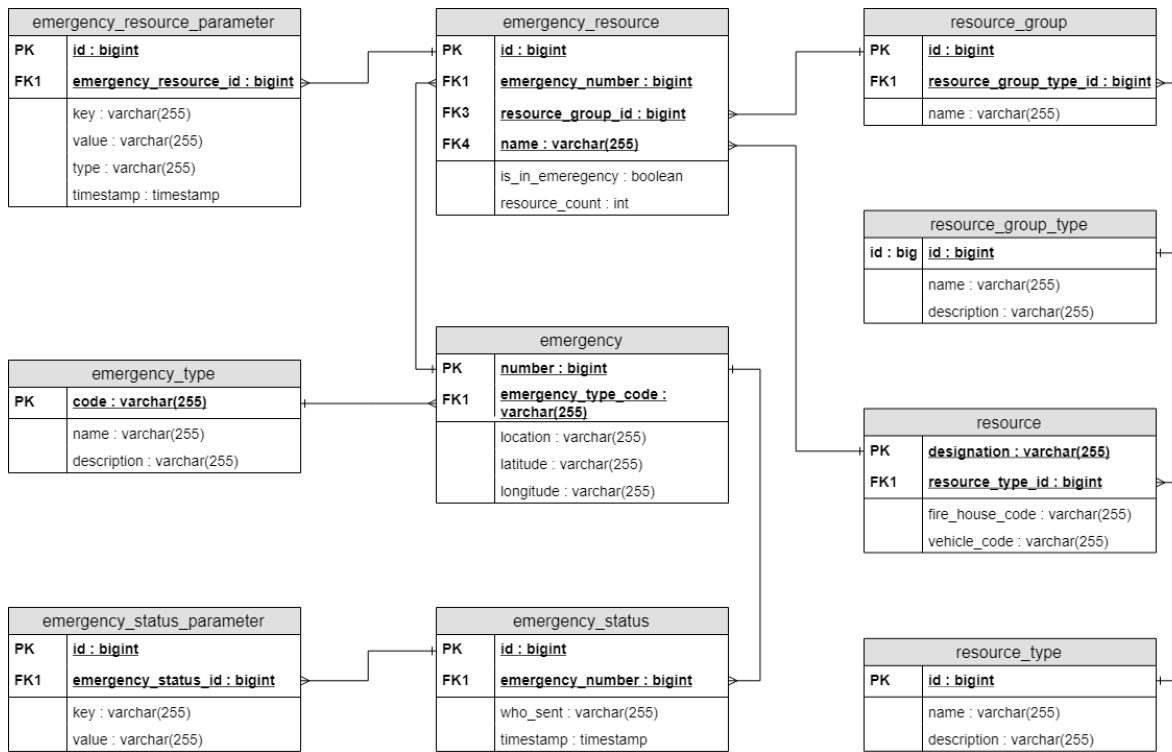


Figura 44: Modelo Entidade-Relação da Base de Dados.

Anexo IV - Guias de Testes

Guia de teste de Incêndios Florestais

Fire Smart - Testes de Funcionalidade/Usabilidade

Nº Ocorrência:

100001

Para iniciar o teste deve abrir o simulador

[Abrir Simulador \(/fire-smart-testing-portal/test/simulator\)](/fire-smart-testing-portal/test/simulator)

Mantenha esta página também aberta para seguir os passos do teste

Exercício - Incêndio Florestal

Teste • Fire Smart • Avaliação de funcionalidade

Identificação do utilizador

O utilizador é o chefe de equipa de combate a incêndios florestais e dirige-se para uma ocorrência num Veículo Florestal de Combate a Incêndios (VFCI). Os dados de identificação são necessários para iniciar a aplicação bem como alguns dados relativos à ocorrência.

Corporação: Bombeiros Voluntários de Vendas Novas

Código da Corporação: 0702

Veículo: VFCI01 (deve ser inserido em maiúsculas)

Descrição

Os dados sobre a ocorrência foram fornecidos pela central, e deve utilizar os mesmos para iniciar o uso da aplicação.

Dados sobre a ocorrência:

- **Classificação da ocorrência:** 1100 – Incêndio em Povoamento Florestal
- **Localização:** Canafecheira, Vendas Novas, Vendas Novas, Évora (Latitude: 38,732542 Longitude: -8.453480)
- **Número de ocorrência atribuída:** (indicado no topo da página)

19. Início da aplicação

Descrição:

Com os dados fornecidos anteriormente, deve iniciar a aplicação e aceder à respetiva ocorrência.

- Ao ser questionado se deseja participar na ocorrência deve clicar em "A caminho do local"

Resultado esperado:

O utilizador acede à página de resumo da ocorrência e visualiza os seguintes dados:

- Classificação da ocorrência
- Local da ocorrência (incluindo coordenadas)

Além dos dados acima descritos a página inicial deve conter as seguintes opções:

- A caminho do local, que deve expandir para as seguintes opções:
 - Orientações
 - Chegada ao local
- Novo POSIT
- Atualizar Estado
- Mapa

No final do ecrã deve ainda estar disponível o menu de ocorrência com as opções:

- Início
- Ponto de Situação
- Meios

29. Orientações para o local

Descrição:

A partir da página inicial da ocorrência:

- Clicar em "A caminho do local"
- Clicar em "Orientações"

Resultado esperado:

O utilizador deve ser capaz de visualizar o mapa com o local da ocorrência e o itinerário até ao local.

39. Chegada ao local

Descrição:

Voltar à página inicial clicando no botão de voltar à página anterior localizado no topo

A partir da página inicial da ocorrência:

- Clicar em “A caminho do local”
- Clicar em “Chegada ao local”

Resultado esperado:

A página inicial deverá manter-se à exceção do botão “A caminho do local” que deverá desaparecer e ser substituído por uma etiqueta com o texto “No local”.

49. Reconhecimento e 19 POSIT

Descrição:

A par da verificação de condições de segurança e distribuição de algumas tarefas pela, uma das primeiras tarefas do chefe de equipa será proceder ao reconhecimento a fim de enviar o primeiro ponto de situação.

Assim, o utilizador através do botão “Novo POSIT”, deverá enviar um ponto de situação para a seguinte situação:

- Incêndio Ativo
- Incêndio em Povoamento Misto
- Propagação de Superfície e com Muita Intensidade em Declive Moderado

(Clicar no ícone da estrada, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Acessos Díficeis em Todo-o-Terreno

(Clicar no ícone da fábrica, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Outros pontos sensíveis
- Escrever “Animais”

(Clicar no ícone da nuvem, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Em termos de condições meteorológicas contamos com:
 - Vento Forte
 - Humidade Baixa

(Clicar no ícone do extintor, ou arrastar da direita para a esquerda)

- A equipa realiza ataque pelos flancos

(Clicar no ícone do carro, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Solicita:
 - Elemento de comando
 - 4 Veículos de combate
 - 2 Veículos tanque
- Clicar no ícone de enviar que se encontra no canto inferior direito

Resultado esperado:

Após enviar o POSIT deverá ser redirecionado para a página de pontos de situação.

Em alguns segundos o POSIT que acabou de submeter ficará disponível na lista, apresentando a data e hora a que foi submetido bem como o estado do incêndio.

59. Confirmação de POSIT

Descrição:

Uma vez na página de listagem de pontos de situação deve ser capaz de clicar no POSIT que enviou.

Resultado esperado:

Ao clicar no ponto de situação apresentado na lista, deverá conseguir ver ao detalhe todas as informações que especificou enquanto estava a fazer o ponto de situação.

69. Verificação de meios no local

Descrição:

Clicar no botão “Meios” no menu de aplicação na parte inferior da página.

Resultado esperado:

Devem ser listados todos os meios afetos à ocorrência bem como o estado dos mesmos.

79. Atualização sucessiva de POSITs

Para efeitos de teste, vamos ignorar o SGO e o facto de ter solicitado um elemento de comando para o local, pelo que continua o chefe da primeira equipa a ter as funções de COS e a reportar as atualizações dos pontos de situação

Descrição:

De forma a poder verificar a evolução de uma ocorrência a partir da página de pontos de situação, será necessário enviar vários pontos de situação simulando o decorrer da ocorrência.

No entanto, os pontos de situação não necessitam do preenchimento completo do formulário, podendo enviar apenas informação parcial a atualizar a informação anterior.

- Clicar em “Início”
- Clicar em “Novo POSIT”
 - Propagação por Copas com Muita intensidade
 - Enviar POSIT
- Clicar em “Início”
- Clicar em “Novo POSIT”
 - Propagação com Fraca intensidade
 - Terreno Plano
 - Vento Moderado

- Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Incêndio Dominado
 - Faço Ataque à cabeça
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Propagação em Superfície
 - Humidade Alta
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Solicito mais um veículo tanque
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
-
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Incendio em Rescaldo
 - Faço Rescaldo
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Vento Fraco
 - Humidade Alta
 - Faço Rescaldo
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Incêndio Extinto
 - Enviar POSIT

Resultado esperado:

Na página de pontos de situação é apresentada uma lista de 9 POSITs com as seguintes características:

- A lista encontra-se por ordem decrescente da data de envio do POSIT;
- Os 3 POSITs mais antigos (os últimos da lista) apresentam cor vermelha e uma etiqueta indicando incêndio ativo;
- Os seguintes 3 POSITs apresentam cor em tons de azul, e uma etiqueta indicando incêndio dominado;
- Os 2 POSITs seguintes apresentam cor verde e uma etiqueta indicando incêndio em rescaldo;
- O último POSIT (primeiro da lista) apresenta cor cinza e uma etiqueta indicando extinto.

89. Atualização de estado da equipa

Descrição:

- Clicar em "Início"
- Clicar em "Atualizar Estado"

- Escolher o estado "Missão terminada"
- Enviar estado no botão do canto inferior direito

Resultado esperado:

Ao aceder à lista dos Meios da ocorrência através do botão "Meios", deve conseguir ver o estado atualizado desde veículo.

Se clicar em cima do veículo, consegue ainda ver a atividade do mesmo e a que horas foram registadas essas atividades.

99. Uso livre

Descrição:

Nesta fase deverá explorar livremente as funcionalidades da aplicação. Abrindo uma nova janela com o simulador, é possível através do mesmo número de ocorrência, entrar com outros veículos na mesma ocorrência e através de um ver os pontos de situação e atividade registados pelos outros.

Assim mantendo a mesma corporação "0702", os veículos que temos à disposição para o teste livre são:

- INEM01
- ABSC03
- ABSC04
- VSAT01
- VFCI01
- VRCI02
- VUCI04
- VTGC01
- VTTR03
- VCOT01
- VCOT02

Os nomes dos veículos devem sempre ser inseridos em maiúsculas.

Fire Smart - Testes de Funcionalidade/Usabilidade

Nº Ocorrência:
100002

Para iniciar o teste deve abrir o simulador

[Abrir Simulador \(/fire-smart-testing-portal/test/simulator\)](/fire-smart-testing-portal/test/simulator)

Mantenha esta página também aberta para seguir os passos do teste

Exercício - Incêndio Urbano

Teste • Fire Smart • Avaliação de funcionalidade

Identificação do utilizador

O utilizador é o chefe de equipa de combate a incêndios urbanos e industriais e dirige-se para uma ocorrência num Veículo Urbano de Combate a Incêndios (VUCI). Os dados de identificação são necessários para iniciar a aplicação bem como alguns dados relativos à ocorrência.

Corporação: Bombeiros Voluntários de Vendas Novas

Código da Corporação: 0702

Veículo: VUCI04 (deve ser inserido em maiúsculas)

Descrição

Os dados sobre a ocorrência foram fornecidos pela central, e deve utilizar os mesmos para iniciar o uso da aplicação.

Dados sobre a ocorrência:

- **Classificação da ocorrência:** 1401 – Incêndio em Edifício de Habitação
- **Localização:** Avenida da Misericórdia 50, Vendas Novas, Vendas Novas, Évora (Latitude: 38.682743 Longitude: -8.476950)
- **Número de ocorrência atribuída:** (indicado no topo da página)

1º. Início da aplicação

Descrição:

Com os dados fornecidos anteriormente, deve iniciar a aplicação e aceder à respetiva ocorrência.

- Ao ser questionado se deseja participar na ocorrência deve clicar em "A caminho do local"

Resultado esperado:

O utilizador acede à página de resumo da ocorrência e visualiza os seguintes dados:

- Classificação da ocorrência
- Local da ocorrência (incluindo coordenadas)

Além dos dados acima descritos a página inicial deve conter as seguintes opções:

- A caminho do local, que deve expandir para as seguintes opções:
 - Orientações
 - Chegada ao local
- Novo POSIT
- Atualizar Estado
- Mapa

No final do ecrã deve ainda estar disponível o menu de ocorrência com as opções:

- Início
- Ponto de Situação
- Meios

2º. Orientações para o local

Descrição:

A partir da página inicial da ocorrência:

- Clicar em "A caminho do local"
- Clicar em "Orientações"

Resultado esperado:

O utilizador deve ser capaz de visualizar o mapa com o local da ocorrência e o itinerário até ao local.

3º. Chegada ao local

Descrição:

Voltar à página inicial clicando no botão de voltar à página anterior localizado no topo

A partir da página inicial da ocorrência:

- Clicar em “A caminho do local”
- Clicar em “Chegada ao local”

Resultado esperado:

A página inicial deverá manter-se à exceção do botão “A caminho do local” que deverá desaparecer e ser substituído por uma etiqueta com o texto “No local”.

4º. Reconhecimento e 1º POSIT

Descrição:

A par da verificação de condições de segurança e distribuição de algumas tarefas pela, uma das primeiras tarefas do chefe de equipa será proceder ao reconhecimento a fim de enviar o primeiro ponto de situação.

Assim, o utilizador através do botão “Novo POSIT”, deverá enviar um ponto de situação para a seguinte situação:

- Incêndio Ativo
- Sem fogo à vista
- Em habitação unifamiliar

(Clicar no ícone da torneira, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Com hidrantes no local

(Clicar no ícone da fábrica, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Habitações próximas
- Outros pontos sensíveis
- Escrever “Veículos nas proximidades”

(Clicar no ícone do extintor, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Estratégia ofensiva
- Recinhecimento

(Clicar no ícone do carro, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Solicita:
 - Elemento de comando
 - 1 Veículos de combate
 - 3 Veículos tanque
 - 1 Ambulância
- Clicar no ícone de enviar que se encontra no canto inferior direito

Resultado esperado:

Após enviar o POSIT deverá ser redirecionado para a página de pontos de situação.

Em alguns segundos o POSIT que acabou de submeter ficará disponível na lista, apresentando a data e hora a que foi submetido bem como o estado do incêndio.

59. Confirmação de POSIT

Descrição:

Uma vez na página de listagem de pontos de situação deve ser capaz de clicar no POSIT que enviou.

Resultado esperado:

Ao clicar no ponto de situação apresentado na lista, deverá conseguir ver ao detalhe todas as informações que especificou enquanto estava a fazer o ponto de situação.

69. Verificação de meios no local

Descrição:

Clicar no botão “Meios” no menu de aplicação na parte inferior da página.

Resultado esperado:

Devem ser listados todos os meios afetos à ocorrência bem como o estado dos mesmos.

79. Atualização sucessiva de POSITs

Para efeitos de teste, vamos ignorar o SGO e o facto de ter solicitado um elemento de comando para o local, pelo que continua o chefe da primeira equipa a ter as funções de COS e a reportar as atualizações dos pontos de situação

Descrição:

De forma a poder verificar a evolução de uma ocorrência a partir da página de pontos de situação, será necessário enviar vários pontos de situação simulando o decorrer da ocorrência.

No entanto, os pontos de situação não necessitam do preenchimento completo do formulário, podendo enviar apenas informação parcial a atualizar a informação anterior.

- Clicar em “Início”
- Clicar em “Novo POSIT”
 - Procede-se aos salvamentos
 - Enviar POSIT
- Clicar em “Início”
- Clicar em “Novo POSIT”
 - Existe Fogo à Vista
 - Com propagação horizontal
 - Passa a estratégia defensiva
 - Efetua-se Protecção das Exposições

- Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Incêndio Dominado
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Incêndio em Rescaldo
 - Efetua-se rescaldo
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Solicito mais uma ambulância
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
-
- Clicar em "Novo POSIT"
 - As equipas encontram-se em vigilância
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Incêndio extinto
 - Enviar POSIT

Resultado esperado:

Na página de pontos de situação é apresentada uma lista de 8 POSITs com as seguintes características:

- A lista encontra-se por ordem decrescente da data de envio do POSIT;
- Os 3 POSITs mais antigos (os últimos da lista) apresentam cor vermelha e uma etiqueta indicando incêndio ativo;
- Os seguinte POSIT apresenta-se cor em tons de azul, e uma etiqueta indicando incêndio dominado;
- Os 3 POSITs seguintes apresentam com cor verde e uma etiqueta indicando incêndio em rescaldo;
- O último POSIT (primeiro da lista) apresenta cor cinza e uma etiqueta indicando extinto.

80. Atualização de estado da equipa

Descrição:

- Clicar em "Início"
- Clicar em "Atualizar Estado"
- Escolher o estado "Missão terminada"
- Enviar estado no botão do canto inferior direito

Resultado esperado:

Ao aceder à lista dos Meios da ocorrência através do botão "Meios", deve conseguir ver o estado atualizado desde veículo.

Se clicar em cima do veículo, consegue ainda ver a atividade do mesmo e a que horas foram registadas essas atividades.

90. Uso livre

Descrição:

Nesta fase deverá explorar livremente as funcionalidades da aplicação. Abrindo uma nova janela com o simulador, é possível através do mesmo número de ocorrência, entrar com outros veículos na mesma ocorrência e através de um ver os pontos de situação e atividade registados pelos outros.

Assim mantendo a mesma corporação "0702", os veículos que temos à disposição para o teste livre são:

- INEM01
- ABSC03
- ABSC04
- VSAT01
- VFCI01
- VRCI02
- VUCI04
- VTGC01
- VTTR03
- VCOT01
- VCOT02

Os nomes dos veículos devem sempre ser inseridos em maiúsculas.

Fire Smart - Testes de Funcionalidade/Usabilidade

Nº Ocorrência:
100003

Para iniciar o teste deve abrir o simulador

[Abrir Simulador \(/fire-smart-testing-portal/test/simulator\)](/fire-smart-testing-portal/test/simulator)

Mantenha esta página também aberta para seguir os passos do teste

Exercício - Acidente Rodoviário

Teste • Fire Smart • Avaliação de funcionalidade

Identificação do utilizador

O utilizador é o chefe de equipa de desencarceramento e dirige-se para uma ocorrência num Veículo de Socorro e Assistência Tática (VSAT). Os dados de identificação são necessários para iniciar a aplicação bem como alguns dados relativos à ocorrência.

Corporação: Bombeiros Voluntários de Vendas Novas

Código da Corporação: 0702

Veículo: VSAT01 (deve ser inserido em maiúsculas)

Descrição

Os dados sobre a ocorrência foram fornecidos pela central, e deve utilizar os mesmos para iniciar o uso da aplicação.

Dados sobre a ocorrência:

- **Classificação da ocorrência:** 2102 – Acidente Rodoviário
- **Localização:** Etelgra N4, Vendas Novas, Vendas Novas, Évora (Latitude: 38.682743 Longitude: -8.476950)
- **Número de ocorrência atribuída:** (indicado no topo da página)

1º. Início da aplicação

Descrição:

Com os dados fornecidos anteriormente, deve iniciar a aplicação e aceder à respetiva ocorrência.

- Ao ser questionado se deseja participar na ocorrência deve clicar em "A caminho do local"

Resultado esperado:

O utilizador acede à página de resumo da ocorrência e visualiza os seguintes dados:

- Classificação da ocorrência
- Local da ocorrência (incluindo coordenadas)

Além dos dados acima descritos a página inicial deve conter as seguintes opções:

- A caminho do local, que deve expandir para as seguintes opções:
 - Orientações
 - Chegada ao local
- Novo POSIT
- Atualizar Estado
- Mapa

No final do ecrã deve ainda estar disponível o menu de ocorrência com as opções:

- Início
- Ponto de Situação
- Meios

2º. Orientações para o local

Descrição:

A partir da página inicial da ocorrência:

- Clicar em "A caminho do local"
- Clicar em "Orientações"

Resultado esperado:

O utilizador deve ser capaz de visualizar o mapa com o local da ocorrência e o itinerário até ao local.

3º. Chegada ao local

Descrição:

Voltar à página inicial clicando no botão de voltar à página anterior

localizado no topo

A partir da página inicial da ocorrência:

- Clicar em “A caminho do local”
- Clicar em “Chegada ao local”

Resultado esperado:

A página inicial deverá manter-se à exceção do botão “A caminho do local” que deverá desaparecer e ser substituído por uma etiqueta com o texto “No local”.

4. Reconhecimento e 1.º POSIT

Descrição:

A par da verificação de condições de segurança e distribuição de algumas tarefas pela, uma das primeiras tarefas do chefe de equipa será proceder ao reconhecimento a fim de enviar o primeiro ponto de situação.

Assim, o utilizador através do botão “Novo POSIT”, deverá enviar um ponto de situação para a seguinte situação:

- Colisão
- Envolvendo:
 - 1 Veículo ligeiro
 - 1 Veículo pesados de mercadorias
- Com encarcerados
 - Encarcerado físico Tipo I (1)
 - Encarcerado físico Tipo II (1)

(Clicar no ícone da estrada, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Via Cortada

(Clicar no ícone da vítima, ou arrastar da direita para a esquerda)

- 1 ferido grave
- 2 feridos ligeiros

(Clicar no ícone da do camião, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Carga: Cortiça
- Não afetada

(Clicar no ícone da nuvem, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Vento fraco
- Humidade baixa

(Clicar no ícone da chave, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Está a proceder-se à abordagem das vítimas

(Clicar no ícone da veículo de bombeiros, ou arrastar da direita para a esquerda)

- Solicita:
 - 3 Ambulâncias
 - 1 VMER

Resultado esperado:

Após enviar o POSIT deverá ser redirecionado para a página de pontos de situação.

Em alguns segundos o POSIT que acabou de submeter ficará disponível na lista, apresentando a data e hora a que foi submetido bem como o

estado do acidente.

59. Confirmação de POSIT

Descrição:

Uma vez na página de listagem de pontos de situação deve ser capaz de clicar no POSIT que enviou.

Resultado esperado:

Ao clicar no ponto de situação apresentado na lista, deverá conseguir ver ao detalhe todas as informações que especificou enquanto estava a fazer o ponto de situação.

69. Verificação de meios no local

Descrição:

Clicar no botão “Meios” no menu de aplicação na parte inferior da página.

Resultado esperado:

Devem ser listados todos os meios afetos à ocorrência bem como o estado dos mesmos.

79. Atualização sucessiva de POSITs

Para efeitos de teste, vamos ignorar o SGO e o facto de ter solicitado um elemento de comando para o local, pelo que continua o chefe da primeira equipa a ter as funções de COS e a reportar as atualizações dos pontos de situação

Descrição:

De forma a poder verificar a evolução de uma ocorrência a partir da página de pontos de situação, será necessário enviar vários pontos de situação simulando o decorrer da ocorrência.

No entanto, os pontos de situação não necessitam do preenchimento completo do formulário, podendo enviar apenas informação parcial a atualizar a informação anterior.

- Clicar em “Início”
- Clicar em “Novo POSIT”
 - Procede-se à delimitação da zona de trabalhos
 - Enviar POSIT
- Clicar em “Início”
- Clicar em “Novo POSIT”

- Procede-se à estabilização
- Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Procede-se à criação de espaço
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Alteração do número de vítimas:
 - 2 ferido grave
 - 2 feridos ligeiros
 - Solicitar mais uma ambulância e elemento de comando para o local
 - Enviar POSIT
- Clicar em "Início"
- Clicar em "Novo POSIT"
 - Solicitar VUCI para o local
 - Enviar POSIT

Resultado esperado:

Na página de pontos de situação é apresentada uma lista de 6 POSITs com as seguintes características:

89. Atualização de estado da equipa

Descrição:

- Clicar em "Início"
- Clicar em "Atualizar Estado"
- Escolher o estado "Missão terminada"
- Enviar estado no botão do canto inferior direito

Resultado esperado:

Ao aceder à lista dos Meios da ocorrência através do botão "Meios", deve conseguir ver o estado atualizado desde veículo. Se clicar em cima do veículo, consegue ainda ver a atividade do mesmo e a que horas foram registadas essas atividades.

90. Uso livre

Descrição:

Nesta fase deverá explorar livremente as funcionalidades da aplicação. Abrindo uma nova janela com o simulador, é possível através do mesmo número de ocorrência, entrar com outros veículos na mesma ocorrência e através de um ver os pontos de situação e atividade registados pelos outros.

Assim mantendo a mesma corporação "0702", os veículos que temos à

disposição para o teste livre são:

- INEM01
- ABSC03
- ABSC04
- VSAT01
- VFCI01
- VRCI02
- VUCI04
- VTGC01
- VTTR03
- VCOT01
- VCOT02

Os nomes dos veículos devem sempre ser inseridos em maiúsculas.

Anexo V – Inquérito de Avaliação da Aplicação

Avaliação Protótipo Fire Smart

Este formulário tem como objetivo avaliar o protótipo da aplicação Fire Smart, de acordo com os testes que efetuou.

O questionário é curto e demora cerca de 2 minutos a responder.

* Required

Email address *

Your email

Conseguiu abrir o simulador e testar alguma das funcionalidades? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

De um modo geral a aplicação é apelativa e intuitiva? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

De 0 a 10, como classifica a simplicidade e usabilidade da aplicação? (0 - Má usabilidade, 10 - Muito boa usabilidade) *

- | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

No que respeita ao envio de "Pontos de Situação", acha que os formulários da aplicação estão adaptados à realidade, comparativamente com o que é solicitado (ou por exemplo com o formulário presente nos Guias de Comando)? *

☐ Sim

☐ Não

Para bombeiros com menos experiência, e que façam os seus Pontos de Situação seguindo os Guias de Comando fornecidos pela ANEPC, acha os formulários da aplicação mais simples e intuitivos que os desses Guias? *

☐ Sim

☐ Não

Após a realização de algumas melhorias, e aplicado a pequenas ocorrências (SGO fase I), dadas as poucas funcionalidades implementadas, faz sentido o uso da aplicação em cenários reais? *

☐ Sim

☐ Não

Se respondeu "Não" à questão anterior, indique porquê?

Your answer

Se pudesse optar entre o uso da aplicação e envio de informação via rádio, qual escolheria? *

- ☐ Aplicação
- ☐ Rádios
- ☐ Ambos. Usar a aplicação como ferramenta padrão, e o rádio para comunicações ou pedidos mais específicos

Relativamente ao uso do mapa, acha vantajoso para obter orientações para o local da ocorrência? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Ainda em relação ao uso de mapas, acha que com a possibilidade de visualizar a localização dos meios, e definição de locais (logística, posto de comando, etc.), pode ser vantajoso para gestão de ocorrências de maiores dimensões? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Relativamente aos estados das equipas, e possibilidade de envio dos mesmos, acha que pode vir a ser útil para gestão dos meios em ocorrências de maior dimensão? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

O que poderia ser melhorado?

Your answer

Conhece alguma aplicação deste género? *

☐ Sim

☐ Não

Se respondeu "Sim" à questão anterior, indique qual ou quais? E em que pontos são parecidas ou diferentes com este protótipo?

Your answer

☐ Send me a copy of my responses.

SUBMIT